

проф. докт. техн. наук М. Е. ЕГОРОВ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Издание шестое,

**ПЕРЕРАБОТАННОЕ,
ДОПОЛНЕННОЕ**

**Допущено Министерством высшего и среднего
специального образования СССР в качестве
учебника для студентов машиностроительных
вузов и факультетов**

Ф

**Издательство
«Высшая школа»
Москва — 1969**

Егоров М. Е.

ЕЗО Основы проектирования машиностроительных заводов. Изд. 6-е, переработ. и доп. Учебник для машиностроит. вузов. М., «Выш. школа», 1969.

480 с. с илл. 1 вкл.

В учебнике изложены основные положения и методы проектирования машиностроительного завода в целом и его основных цехов; даны сведения по проектированию и расчету для единичного, серийного, поточного и поточно-автоматизированного производства, технологических процессов, количества оборудования, численности рабочего состава, определению необходимых производственных и вспомогательных площадей; приведены основные данные для проектирования энергетической части завода и производственных зданий; изложены содержание и методика расчета экономической части и системы технико-экономических показателей, определяющих эффективность спроектированных цехов и завода в целом.

Вопросы проектирования горячих цехов (литейных, кузнечных, термических) изложены кратко.

Учебник предназначен для студентов высших технических учебных заведений машиностроительной специальности и может быть полезен для инженерно-технических работников машиностроительной промышленности.

Таблиц 66, иллюстраций 149, библиография — 13 наименований.

6П5

Рецензент: проф. Сасов В. В.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с тем, что проектирование промышленных предприятий имеет исключительно важное значение в создании и развитии социалистической промышленности, в учебные планы высших учебных заведений по специальности «Технология машиностроения» с начала тридцатых годов был включен курс «Основы проектирования механических и сборочных цехов (со вспомогательными и заготовительными цехами)». Несколько позднее, в соответствии с пересмотренными учебными планами и программами, курс был назван «Основы проектирования машиностроительных заводов». Под таким названием курс читается во втузах и в настоящее время для студентов специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент».

Настоящее, шестое, издание учебника «Основы проектирования машиностроительных заводов» переработано, дополнено и изложено в соответствии с современными направлениями, технологическими и строительными нормативами в области проектирования машиностроительных заводов. Он написан по утвержденной программе одноименного курса. В нем довольно подробно описано проектирование основных машиностроительных цехов и завода в целом.

Основная цель курса — дать в систематизированном изложении современные методы проектирования машиностроительных заводов, основанные на современных научных и технических данных и достижениях, а также принципы устройства цехов, использования применяемого оборудования и других средств производства для достижения наиболее высокой производительности труда и наиболее высокого технико-экономического эффекта на базе современной организации производства.

Наряду с методами подробных расчетов производственной мощности цехов на основе подетально разработанных технологических процессов в курсе изложены методы проектирования по технико-экономическим показателям (так называемым методам проектирования по укрупненным измерителям) применительно к различным случаям, возникающим в практике.

Предлагаемые в курсе формулы, отражающие систему расчетов и устанавливающие определенную зависимость между некоторыми параметрами, выведенные соотношения различных технологических факторов, а также приведенные методы проектирования по технико-экономическим показателям дают возможность сравнительно быстро и просто производить необходимые расчеты по оборудованию, рабочему составу, площадям и всему устройству цехов, особенно в таких условиях, когда кратчайшие сроки проектирования являются решающим фактором в деле строительства заводов.

При изложении основных принципиальных положений и методов решения комплекса вопросов, относящихся к проектированию отдельных цехов, в качестве примеров приведены некоторые нормативные цифровые материалы, которые дают пред-

ставление о порядке их величин или иллюстрируют методику расчетов цифровыми данными.

Приведенные в некоторых случаях в качестве примера величины укрупненных измерителей со временем могут быть изменены, но основные положения и методология при этом не изменяются и не теряют своего значения.

Этот учебник предназначен как для изучения студентами одноименного курса, так и в качестве руководства при выполнении ими дипломных проектов. Он может быть использован также и инженерно-техническими работниками, занимающимися проектированием технологических процессов, цехов и заводов машиностроительного производства. Автор не ставил целью дать все необходимые для проектирования справочные материалы, осветить весь обширный комплекс вопросов, относящихся к проектированию заводов, из-за ограниченного числа учебных часов на этот курс.

Ввиду того что учебник предназначается для студентов специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент», вопросы проектирования цехов холодной обработки металлов — механического, сборочного, инструментального и ремонтно-механического — изложены более подробно, чем вопросы проектирования литейных, кузнечных, термических цехов, изложенные в специальных учебниках и учебных пособиях. Здесь даны по этим цехам краткие общие сведения и соображения, которые надо знать технологу-проектировщику завода в целом.

Назначение данного курса — изложение только основ, принципиальных положений проектирования заводов и отдельных цехов, без детализации затрагиваемых вопросов.

Значение этого курса в подготовке инженера-механика вытекает из того несомненного положения, что организация и создание современных машиностроительных предприятий невозможны без серьезных знаний основ учения о построении заводов.

Этот курс является одним из основных для инженеров технологических специальностей; к тому же он является завершающим в цикле технологических дисциплин.

Настоящий учебник, так же как и предыдущие его издания, написан на основе анализа и синтеза многих проектов машиностроительных заводов, обобщения опыта проектных организаций, заводов и использования их руководящих материалов, а также многолетнего опыта автора по проектированию заводов; при этом были использованы лекции, читаемые автором в течение многих лет, по курсам «Технология машиностроения» и «Основы проектирования машиностроительных заводов» и материалы по руководству дипломным проектированием в высших технических учебных заведениях.

Автор приносит глубокую благодарность главному инженеру Гипротяжмаша Е. Г. Осипову, главному инженеру проектного управления Московского автозавода им. И. А. Лихачева П. А. Цветкову и главному инженеру Гипростанка Г. М. Сахарову за помощь в подборе некоторых нормативных и цифровых материалов, используемых в этом учебнике.

Предлагая свой труд вниманию студентов и преподавателей высших технических учебных заведений, а также инженерно-технических работников промышленности, интересующихся вопросами технологического проектирования, автор с благодарностью примет замечания и пожелания, которые будут предложены в целях улучшения этого учебника.

ВВЕДЕНИЕ

Технологическое проектирование заводов в течение короткого времени прошло путь от простой систематизации практического опыта в области проектирования до создания научной дисциплины, которая формировалась в середине тридцатых годов нашего столетия.

Некоторые положения по технологическому проектированию и устройству машиностроительных заводов встречаются в трудах русских ученых — проф. И. А. Тиме (1836—1896) и особенно проф. А. П. Гавриленко (1861—1914).

Небывалый подъем развития отечественной промышленности начался в первой пятилетке, когда было построено и введено в действие 1500 новых предприятий, в том числе такие крупнейшие тракторные заводы, как Волгоградский, Челябинский и Харьковский, автомобильные заводы — Московский, Горьковский и Ярославский, Уральский завод тяжелого машиностроения, Ростовский завод сельскохозяйственного машиностроения, 1-й Подшипниковый завод и пр.

Развернувшееся в широком масштабе социалистическое строительство выдвинуло неотложные задачи в области проектирования и создания машиностроительных заводов, дающих наиболее высокий технико-экономический эффект. В связи с этим проектирование предприятий, являющееся первым этапом осуществления строительства, приобрело исключительно важное значение.

В этот период советские ученые разрабатывают методику проектирования машиностроительных предприятий. Для решения больших и сложных задач проектирования создается система проектных институтов.

Включение в учебные планы машиностроительных высших учебных заведений курса «Основы проектирования машиностроительных заводов» способствовало дальнейшему развитию и углублению этой научной дисциплины.

Создание научной школы проектирования заводов, а также создание курса «Основы проектирования машиностроительных заводов» было впервые осуществлено в Советском Союзе советскими учеными.

Развитию проектирования машиностроительных заводов способствовало плановое развитие социалистической отечественной промышленности, устанавливающее перспективы строительства ее отдельных предприятий, в соответствии с чем и определяется их экономически обоснованная мощность.

К числу основных задач, стоящих перед промышленностью, относится наряду с вводом в действие новых предприятий и агрегатов увеличение мощностей действующих предприятий путем их реконструкции, установление нового оборудования, механизация и интенсификация производства и улучшение технологи-

ческих процессов, а также расширение существующих предприятий, являющееся важнейшим резервом увеличения производства при наименьших затратах.

В связи с этим задачи в области проектирования промышленных предприятий также расширяются. Масштаб проектных работ в нашей стране настолько возрос, что оказалось целесообразным создать специализированные проектные организации, которые, изучая отдельные отрасли металлообрабатывающей промышленности, могут шире, более обоснованно и углубленно использовать в проектировании все новейшие достижения науки и техники и широко применять типовые проекты, стандартные конструкции, типизированные технологические процессы.

Исчерпывающее и всестороннее изучение основных вопросов проектирования и создания машиностроительных предприятий является весьма сложной задачей. Многообразие и значительный объем вопросов, составляющих сущность проекта завода, требует применения комплекса знаний из различных областей науки и техники; на основе этих знаний и должны быть найдены рациональные методы решения указанных вопросов, пригодные для практических целей проектирования.

Очевидно, что используемые в практике проектирования величины укрупненных измерителей отнюдь не следует рассматривать как предельные в отношении возможности их повышения. В связи с достижениями постоянно развивающейся техники, с повышающимся качеством организации производства и труда, с возрастающим сознательным отношением к труду эти измерители неуклонно и быстро улучшаются. Поэтому в каждом отдельном случае, где встречается необходимость вести расчет на основе такого рода измерителей, необходимо их уточнить и увязать с достигнутым развитием той или другой отрасли машиностроения, с динамикой изменения отдельных факторов, главным образом в области производительности труда и новой техники; основные методы расчетов при этом, как уже отмечалось, остаются неизменными.

Основой проекта цеха и завода в целом является детально разработанная технологическая часть. Решение вопросов всех остальных частей проекта — строительной, энергетической, транспортной, санитарно-технической и др., а также вопросов генерального плана — производится на основе данных и требований технологического процесса, в результате чего определяются задания и условия для разработки этих частей проекта.

Задачи проектанта инженера-механика нельзя рассматривать узко, ограничивая и определяя их только знаниями методов обработки на том или другом оборудовании; необходимо учитывать весь комплекс вопросов, относящихся к производству, расчету производственной мощности и устройству цехов и заводов машиностроения, выпускающих ту или иную продукцию. Необходимость разрешения таких вопросов возникает в практике работы на заводе, в проектных организациях, планирующих ведомствах и учреждениях.

Отсюда видно, что задачи проектирования заводов весьма обширны, сложны и многообразны, особенно если учесть масштабы современного производства, сложность и автоматизацию технологических процессов и оборудования, требования, предъявляемые к выпускаемым машинам в отношении качества, точности, долговечности, экономичности, стоимости и главным образом — повышения производительности труда.

ГЛАВА I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Машиностроительное предприятие представляет собой весьма сложную организацию, структура и деятельность которой находятся в непосредственной зависимости от сложности конструкции и разнообразия выпускаемой продукции, характера технологического процесса ее изготовления и объема производства.

При проектировании предприятия одновременно разрабатывают и решают экономические, технические и организационные задачи, тесно связанные между собой: каждое техническое решение должно быть экономически обосновано и осуществлено при определенной организационной форме.

К экономическим задачам относятся: установление производственной программы предприятия с указанием номенклатуры изделий, их количества, веса, стоимости одного изделия и всего количества по программе; выяснение, откуда будут снабжаться предприятия сырьем, материалами, полуфабрикатами, топливом, электроэнергией, водой, газом; определение и выбор наивыгоднейшей географической точки расположения предприятия; определение необходимых размеров основных и оборотных средств, а также себестоимости продукции и эффективности затрат; решение вопросов финансирования предприятия и кооперирования производства; составление плана развертывания производства; выяснение потребности в жилищном и социально-культурном строительстве и т. п.

К техническим задачам относятся: проектирование технологического процесса обработки сырья и полуфабрикатов; определение необходимого фонда рабочего времени и потребной рабочей силы; подбор и расчет количества основного производственного и вспомогательного оборудования; определение потребного количества сырья, материалов и топлива, а также потребного количества и способа снабжения предприятия энергией всех видов (электричество, газ, пар, вода, сжатый воздух и пр.); разработка вопросов транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации; подсчет потребных площадей, планировка цехов, вспомогательных зданий и обслуживающих их путей на территории завода; разработка генерального плана; внутренняя планировка цехов — расположение оборудования и вспомогательных устройств и отделений; определение размеров, выбор типов и форм зданий, разработка их конструкций и всей строительной части, мероприятия по технике безопасности, ПВО и пожарной безопасности.

К организационным задачам относятся: разработка структуры управления заводом, его отделами и цехами; распределение функций и установление взаимной связи между отделами и отдельными должностными лицами административно-технического персонала; управление административной,

технической и финансово-хозяйственной частью; разработка вопросов по организации труда и рациональной организации рабочих мест; установление порядка прохождения заказа, документации, форм отчетности и контроля по цехам и всему заводу; мероприятия по подготовке кадров, обслуживанию рабочих и созданию благоприятных условий для работы.

При проектировании машиностроительных заводов следует иметь в виду, что в развитии машиностроения огромное значение имеют специализация производства и широкая кооперация предприятий.

Специализация предполагает сосредоточение большого выпуска определенных видов продукции на каждом предприятии; *кооперация* — обеспечение агрегатами, узлами, принадлежностями, различными приборами и устройствами изделий, изготовляемых на специализированных предприятиях, а также иногда и заготовками для них (отливками, поковками, штамповками).

Такая форма организации производства дает возможность значительно повысить технико-экономическую эффективность машиностроительной промышленности.

§ 2. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Для того чтобы приступить к проектированию промышленного предприятия, надо иметь окончательно разработанное задание, на основе которого производятся расчеты и решения всего комплекса вопросов, входящих в состав проекта.

Задание на проектирование предприятия составляется в соответствии с перспективным планом развития народного хозяйства на основе технико-экономических обоснований и анализа целесообразности намеченного строительства или реконструкции предприятия. Это задание предусматривает широкое применение типовых проектов. Задание на проектирование машиностроительного предприятия должно содержать следующие основные данные:

- основание для проектирования, т. е. постановление соответствующего ведомства;

- район или пункт строительства;

- характеристику продукции и производственную мощность будущего предприятия по основным видам продукции — в натуральном и стоимостном выражении (производственная программа);

- основные источники снабжения производства сырьем, топливом, газом, электроэнергией и водой;

- специализацию предприятия, производственное и хозяйственное кооперирование;

- намечаемые районы потребления готовой продукции;

- предполагаемое в дальнейшем расширение предприятия, зданий, сооружений;

- подлежащие разработке варианты проекта (в случае необходимости);

- сроки строительства и очередность ввода в действие отдельных частей предприятия;

- ориентировочные размеры капитальных вложений, ориентировочную себестоимость продукции и производительность труда, которые должны быть достигнуты в проекте.

При намечаемом строительстве предприятия на территории города к заданию на проектирование прилагается архитектурно-планировочное задание со строительным паспортом участка от органов местного самоуправления.

Архитектурно-планировочное задание содержит требования к застройке участка, этажности, оформлению зданий, выходящих на уличные про-

езды, указания о красных линиях и отметках планировки, местах присоединений к городским инженерным сооружениям.

Строительный паспорт содержит основные технические данные по отведенному участку, существующей застройке, городским подземным и другим инженерным сооружениям, сетям и технические условия на присоединения к ним.

Кроме задания на проектирование предприятия, необходимы данные, которые заказчик проекта представляет по месторождениям сырья и его полужавовским испытаниям, по ранее проведенным изысканиям, по зданиям, сооружениям, подземным и наземным коммуникациям на участке строительства; исходные данные по оборудованию, чертежи и технические данные по намечаемой к выпуску продукции; отчеты о научно-исследовательских работах, относящихся к новым технологическим процессам или видам оборудования и др.

Задание на проектирование должно иметь технико-экономическое обоснование намечаемого строительства предприятия, а именно: выбора района (или пункта) и площадки строительства, производственной мощности проектируемого предприятия и номенклатуры его продукции, источников и способов снабжения его сырьем, полуфабрикатами, электроэнергией, водой, топливом, газом, строительными материалами и изделиями. Здесь также приводятся соображения о специализации и кооперировании производства, энергетического, ремонтного и складского хозяйства, водоснабжения, канализации, транспорта, связи и других инженерных сооружений и коммуникаций, а также в отношении жилищного и культурно-бытового строительства со смежными предприятиями.

Кроме того, в технико-экономическом обосновании должны быть приведены соображения о необходимых капитальных вложениях, сроках осуществления намечаемого строительства, об ожидаемой его экономической эффективности и основных технико-экономических показателях.

В производственной программе, указанной в задании, должны содержаться следующие сведения:

- номенклатура изделий, подлежащих изготовлению, с указанием их размеров, типа и марки;

- количество изделий каждого наименования и типоразмера, подлежащих выпуску в течение года;

- вес одного изделия и общий вес изделий годового выпуска;

- намечаемая стоимость одного изделия и общая стоимость изделий годового выпуска;

- перечень и количество запасных частей к подлежащим выпуску изделиям, их вес и стоимость.

Все эти данные сводятся в специальную ведомость.

К производственной программе прилагаются чертежи подлежащих выпуску изделий, включающие:

- рабочие чертежи деталей;

- сборочные чертежи узлов и изделий;

- чертежи общих видов изделий;

- спецификации деталей по каждому изделию;

- описание конструкций и, если возможно, рисунки (фотографии) изделий;

- технические условия на изготовление и сдачу изделий.

На рабочих чертежах, необходимых для проектирования технологических процессов обработки деталей, указываются: вид заготовки и марка материала; обрабатываемые поверхности; класс чистоты поверхности после обработки; допуски на неточность обработки; вид термической обработки и твердость материала после нее; вид антикоррозионного покрытия.

На чертежах сборочных и общих видов указываются: конструктивные зазоры; допуски на размеры, определяющие взаимное расположение

деталей; особые требования по сборке соединений или монтажу всего изделия.

В спецификациях деталей по каждому изделию указываются: наименование каждой детали (включая покупные); вес каждой детали — чистый и черный; марка, химический состав и механические свойства материала; вид заготовки; количество деталей данного наименования, необходимое на одно изделие; нормализованные детали со ссылками на соответствующий ГОСТ, ОСТ или нормаль.

Описание конструкций изделий необходимо для правильного и полного представления об их назначении, работе и функциях отдельных частей и их взаимодействии.

Технические условия на изготовление и сдачу изделий определяют требования, предъявляемые к изделию в целом и его деталям. В зависимости от этих требований выбирают методы обработки деталей, узловой и общей сборки, а также методы контроля и испытания изделий.

Как при составлении задания, так и при проектировании промышленного предприятия необходимо стремиться обеспечить наиболее рациональное и экономное использование общественного труда, материальных и финансовых средств, низкую стоимость, высокое качество и низкую себестоимость выпускаемой продукции, высокую производительность и лучшие условия труда.

Достижению этих целей способствуют широкое использование типовых проектов предприятий, зданий и сооружений, применение прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования, комплексной механизации и автоматизации производства, рациональных и экономичных видов промышленного транспорта, систем снабжения электроэнергией, газом, водой, топливом, создание наиболее благоприятных санитарно-гигиенических условий труда и культурно-бытового обслуживания работающих на производстве.

При проектировании машиностроительных заводов необходимо учитывать основные требования научной организации труда и технической эстетики, относящихся к технологии, оборудованию, технологической оснастке, рабочим местам, производственным и другим зданиям и всей территории предприятия.

При проектировании промышленных предприятий следует руководствоваться действующими нормативными материалами по технологическому проектированию, нормами и правилами строительного проектирования, санитарными и противопожарными нормами, а также нормативными, руководящими и методическими материалами по проектированию, издаваемыми проектными институтами, на которые возложены разработка и выпуск такого рода материалов.

При проектировании и изысканиях необходимо применять передовую технику выполнения графических работ, механизацию счетно-вычислительных работ и работ по размножению и оформлению чертежей и проектной документации. При выполнении чертежей применяют условные обозначения в соответствии со стандартами и нормами; при этом чертежи имеют установленные стандартом размеры. При разработке планов расположения зданий, сооружений и оборудования (на территории предприятия и в цехах) применяют макеты, модели, темплеты.

Указанные, а также и другие прогрессивные методы разработки, оформления и размножения проектной документации способствуют повышению производительности труда проектантов, уменьшению стоимости проектных и изыскательских работ.

На основании задания на проектирование (с приложенными вышеуказанными документальными материалами), утвержденного соответствующими планирующими органами, проектная организация приступает к проектированию предприятия.

Проектирование промышленных предприятий, зданий и сооружений выполняется в две стадии. Первая стадия — разработка проектного задания, вторая — разработка рабочих чертежей на основе утвержденного проектного задания.

Разработка проектов в одну стадию допускается при проектировании несложных объектов с разрешения организации, утверждающей задание на проектирование, когда выбор площадки для строительства, выбор источников снабжения будущего предприятия, а также решение основных технических вопросов не требуют выполнения предварительных проектных и изыскательских работ. Решение этих вопросов предопределяется наличием соответствующих типовых, аналогичных или рекомендованных для повторного применения индивидуальных проектов.

Проектное задание промышленного предприятия, здания или сооружения разрабатывается на основе утвержденного (соответствующим ведомством) задания на проектирование и необходимых материалов для проектирования и документов. В нем устанавливаются основные решения, дающие возможность наиболее эффективно использовать общественный труд, материальные и финансовые средства при строительстве и эксплуатации проектируемого объекта, а также осуществить предполагаемое строительство в намеченные сроки.

В проектном задании одновременно определяется общая сметная стоимость строительства и основные технико-экономические показатели проектируемого объекта. В нем устанавливается производственный состав предприятия, уточняется его производственная мощность, обосновывается выбор площадки для строительства необходимыми при этом изысканиями и обследованиями, выбор источников снабжения проектируемого предприятия сырьем, топливом, водой, электроэнергией, газом, теплом, определяются основные технологические и строительные решения этого предприятия и методы осуществления его строительства.

Проектное задание со сводным сметно-финансовым расчетом после его утверждения является основанием для финансирования строительства, заказа основного оборудования и разработки рабочих чертежей.

Одновременно с этим производится выбор территории для жилищного строительства, предназначенного для работников будущего предприятия.

В проектном задании промышленного предприятия, строительство которого намечается осуществлять по индивидуальному проекту (из-за отсутствия типового проекта), должно состоять из следующих частей:

- технико-экономическая часть;
- генеральный план и транспорт;
- технологическая часть;
- строительная часть;
- организация строительства;
- сметная документация.

Проектные материалы по энергетическим вопросам включаются в состав технологической части, по водоснабжению, канализации, отоплению и вентиляции — в строительную часть.

Примерное содержание указанных частей проектного задания заключается в следующем*:

Технико-экономическая часть-, обоснование выбора места строительства, производственной мощности, программы и состава предприятия; данные об источниках и способах снабжения предприятия основными материальными ресурсами; характеристика сырьевой, топливной и энергетической

* По материалам инструкции к разработке проектов и смет промышленного строительства.

ческой базы предприятия; принятые решения по этим вопросам; обоснование решений по специализации и кооперированию основного и вспомогательного производства; данные о производительности труда, уровне механизации и автоматизации производства, энерговооруженности занятых в производстве рабочих; данные о жилищно-гражданском строительстве; анализ капитальных вложений и основных средств предприятия; данные об ожидаемой себестоимости изделий и основных технико-экономических показателях, анализ экономической эффективности строительства и ряд других вопросов.

Генеральный план и транспорт: ситуационный план района строительства, краткая характеристика района и площадки строительства; совмещенный генеральный план предприятия с указанием на нем расположения проектируемых, существующих, реконструируемых и подлежащих сносу зданий и сооружений, транспортных путей и коммуникаций (электрических, теплотехнических, газопроводных, водопроводных, канализационных и др.), вертикальной привязки основных зданий и сооружений; сведения о грузообороте предприятия и организации транспортного хозяйства; основные технико-экономические показатели по генеральному плану.

Технологическая часть. По всему предприятию: номенклатура и характеристика выпускаемой продукции, программа выпуска; производственный состав предприятия, схема производства; характеристика и обоснование технических решений, новых технологических процессов, сравнение их с отечественными и зарубежными достижениями; данные о потребности в сырье, основных материалах, топливе, электроэнергии по всему предприятию и по основным цехам; решения по снабжению электроэнергией, теплом, газом, сжатым воздухом и другим видам энергии, по общезаводской связи и сигнализации; обоснование потребности в кадрах; перечень и паспорта примененных типовых проектов.

По основным производственным цехам: производственная программа, режим работы цехов, выбор и расчет потребного количества основного оборудования и транспортных устройств; обоснование и характеристика решений по новым технологическим процессам, видам оборудования, автоматизации и механизации; трудоемкость производственных процессов; данные об установленной и потребной мощности электроэнергии, схемы электроснабжения, выбор и определение потребного количества основного электрооборудования цехов; компоновка или планировка цеха и основных отделений с указанием (в необходимых случаях) расположения основного оборудования; потребность в сырье, полуфабрикатах, топливе, воде; грузооборот цеха и применение механизированного транспорта; состав работающих в цехе по группам (категориям); технико-экономические показатели цеха.

Строительная часть: схематические планы и разрезы (в необходимых случаях и фасады) основных зданий и сооружений, строящихся по индивидуальным проектам; краткая характеристика основных зданий и сооружений, строящихся по типовым проектам с приложением паспортов этих проектов; описание решений по бытовому обслуживанию работающих на предприятии; определение расходов воды и сточных жидкостей; выбор источников водоснабжения, мест спуска и способов очистки сточных вод; схемы водоснабжения, канализации и их основных сооружений; выбор основного оборудования; определение количества потребного тепла и энергии для отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения, выбор систем и основного оборудования; данные по выбросам в атмосферу и мерам предохранения от загрязнения воздуха.

Организация строительства: содержание этой части устанавливается в соответствии со специальной инструкцией о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства строительных и монтажных работ по промышленному и жилищно-гражданскому строительству.

Сметная документация: общая сумма затрат на строительство предприятия определяется сводным сметно-финансовым расчетом, который после утверждения его в составе проектного задания является основанием для финансирования строительства*.

При проектировании промышленных предприятий с новой, неосвоенной или особо сложной технологией производства допускается (по согласованию с инстанцией, утверждающей проектное задание) до выполнения рабочих чертежей производить доработку проектных решений отдельных цехов, зданий и сооружений по технологической, а в случае необходимости и по другим частям проекта, в той мере, в какой это необходимо для установления технических характеристик оборудования и выполнения рабочих чертежей.

Проектное задание промышленного предприятия, строительство которого предусматривается по типовому проекту в целом, должно содержать следующие материалы:

пояснительную записку, в которой приводится обоснование выбора площадки строительства; данные об источниках снабжения предприятия материальными ресурсами, специализации и кооперировании производства; краткую характеристику основных технических решений в соответствии с применяемым типовым проектом; данные о жилищно-гражданском строительстве, об организации строительства и технико-экономические показатели;

ситуационный план района, данные о площадке строительства и генеральный план площадки с указанием отметок и привязки зданий и сооружений к топографической основе, а также данные по вертикальной планировке; проектные решения по внешним сетям и сооружениям электроснабжения, водоснабжения, канализации, теплофикации, газоснабжения, транспорта и пр.;

паспорта примененных типовых проектов и сведения об уточнении рабочих чертежей типового проекта при их привязке к площадке строительства;

сметную документацию, определяющую затраты на строительство.

В случаях применения новых или сложных технологических процессов и строительных конструкций, а также при наличии тяжелых местных условий строительства, когда трудно найти наиболее рациональные технические решения проектных заданий, разрабатываются решения в нескольких вариантах, дающих возможность выбора оптимального.

Рабочие чертежи выполняют на основе утвержденного проектного задания. Привязка рабочих чертежей типовых проектов, применение которых предусмотрено проектным заданием, производится также в соответствии с утвержденным проектом.

Разработка рабочих чертежей предусматривает уточнение и детализацию принятых в проектном задании технических решений в той мере, в какой это необходимо для выполнения строительно-монтажных работ.

В состав рабочих чертежей для строительства промышленного предприятия входят:

чертежи генерального плана с вертикальной планировкой и указанием всех коммуникаций, сетей подземного хозяйства, транспортных путей, озеленения и благоустройства территории;

рабочие чертежи примененных типовых проектов зданий и сооружений и дополнительные чертежи к типовым проектам;

рабочие чертежи зданий и сооружений, строительство которых будет производиться по индивидуальным проектам; чертежи конструкций фундаментов, разработанных с уточненными данными геологических и гидрогеологических изысканий;

* О содержании сводного сметно-финансового расчета см. гл. XXI «Проектирование экономической части проекта».

чертежи нетиповых устройств, относящихся к охране труда и технике безопасности;

ведомости материалов, конструкций и полуфабрикатов, необходимых для строительства;

сметы, составленные в соответствии с объемом работ, исчисленным по рабочим чертежам.

В проектных материалах по строительству и оборудованию промышленного предприятия исключительно важное значение имеет технологическая часть, как ведущая и определяющая задания и условия для проектирования всех остальных частей проекта. В силу этого технологические процессы необходимо разрабатывать с достаточной полнотой, позволяющей определить типы, количество и комплект нужного оборудования, потребное количество материалов, топлива, энергии всех видов, рабочей силы, необходимые площади, типы и размеры зданий, вспомогательного устройства и сооружения и т. д. Неправильно и нерационально разработанный технологический процесс влияет и на другие части проекта, на общую технико-экономическую эффективность строительства и дальнейшую работу завода.

§ 4. ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАВОДА

Выбор района и пункта строительства промышленных предприятий, установленный в технико-экономическом обосновании, производится в соответствии с существующим положением.

В проектном задании обосновывается правильность выбора площадки для строительства предприятия в намеченном районе и пункте.

Основными факторами, влияющими на выбор района или пункта, являются*:

- наличие сырьевых баз и расстояния от них;
- обеспеченность топливом;
- наличие источника и условия электроснабжения;
- наличие, состояние и возможность использования транспортных путей;
- расстояния от мест потребления продукции;
- наличие местных строительных материалов и рабочей силы;
- близость промышленного района и населенных пунктов;
- наличие свободных площадей, пригодных для строительства завода;
- благоприятные гидрометеорологические и климатические условия и ряд

других.

После того как установлен город или пункт для строительства предприятия, необходимо произвести выбор участка в пределах этой местности. Выбор участка для завода и поселка (если таковой предполагается), как отмечалось выше, входит в общий комплекс проектных работ и утверждается одновременно с проектным заданием.

Качество участка является весьма важным фактором для планировки заводских зданий; его достоинства или недостатки придают определенный характер планировке. При удачно выбранном участке, удовлетворяющем основным предъявляемым к нему требованиям, общую планировку завода (генеральный план) можно разработать рациональнее, легче и проще. Наоборот, при неудачно выбранных участках встречается много затруднений, мешающих получить технически правильное и экономически выгодное решение.

При выборе участка необходимо учитывать следующее:

- а) достаточные размеры и конфигурацию участка, обеспечивающие удобное расположение заводских зданий, сооружений и проездов для транспорта (наиболее удобная форма участка прямоугольная или близкая к прямоугольнику по очертанию); возможность дальнейшего расширения завода, если оно предусматривается;

* Принципы размещения производительных сил в СССР здесь не рассматриваются, так как это не входит в задачу курса.

б) близкое расположение энергетической базы, причем наличие районной электростанции определяет преимущество положения данного участка;

в) наличие источников водоснабжения, канализационных магистралей и мест для спуска сточных вод;

г) удовлетворительные свойства грунта участка, допускающие нормальную нагрузку от зданий и сооружений; при этом следует учитывать, что плохое качество грунта участка удорожает постройку или заставляет иногда совсем отказаться от использования данного участка, так как глубокие фундаменты или укрепление грунта значительно увеличивают затраты на строительство зданий;

д) удобный рельеф (профиль) участка и прилегающей местности, требующий минимальных затрат на земляные работы по выравниванию площадки под здания и транспортные пути;

е) возможность подведения железнодорожной ветки на территорию участка, а также подведения дорог для безрельсового транспорта;

ж) отсутствие возможной затопляемости участка от разлива рек и подступа грунтовых вод; отсутствие близости подпочвенных вод;

з) удовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние участка (отсутствие заболоченных, загрязненных и свалочных мест, требующих оздоровительных мероприятий);

и) достаточная близость к населенной местности, откуда можно было бы привлекать рабочую силу для предприятия;

к) наличие поблизости промышленных предприятий, с которыми можно произвести кооперирование снабжения электроэнергией, теплом, газом, паром, водой, а также совместную постройку канализационных и очистных сооружений, общезаводских устройств, жилых поселков и т. п. Как показывает опыт, такое кооперирование двух и более заводов на смежных или близко расположенных участках дает значительную экономию в затратах на строительство.

При выборе участка необходимо иметь в виду, что между промышленными предприятиями и жилыми районами должна быть санитарно-защитная зона, предохраняющая население окружающей местности от дыма, газов, копоти, пыли и шума.

Санитарно-защитной зоной называется территория между производственными помещениями, складами или установками, вредными в санитарном отношении, и зданиями жилого района — жилыми, лечебно-профилактическими стационарного типа и культурно-бытовыми.

В зависимости от вредных выделений и условий технологического процесса промышленные предприятия разделяются на следующие пять классов:

Класс..... I II III IV V
Ширина санитарно-защитной зоны, м . . . 1000 500 300 100 50

К I, II и III классам относятся, например, предприятия химического и металлургического производства и ряд других; к IV классу — предприятия металлообрабатывающей промышленности с термическими, цинковальными и лудильными отделениями; к V классу — металлообрабатывающие производства.

Для предприятий, не имеющих цехов, вредных для здоровья, санитарно-защитная зона не устанавливается.

В целях улучшения санитарного состояния территории, прилегающей к предприятию, должно быть предусмотрено, чтобы технологические процессы не выделяли в атмосферу вредных веществ, чтобы одновременно применялись устройства по улавливанию пыли, копоти, дыма, устройства по газоочистке, поглощению шума и т. п.

Санитарно-защитную зону надо озеленять, в ней должны быть зеленые насаждения в виде многорядной посадки деревьев и кустарника, а также газонов. Имеющиеся зеленые насаждения следует сохранять.

Санитарно-защитную зону можно использовать лишь для застройки зданиями подсобного и обслуживающего назначения (пожарное депо, гаражи, бани, прачечные, склады, административно-служебные здания, столовые, торговые здания, стоянки автомобильного транспорта и т. д.).

При выборе участка необходимо также учитывать те требования, которые предъявляются к генеральному плану. Чем в большей мере будет удовлетворять участок вышеперечисленным условиям, тем лучше можно разработать генеральный план завода, расположенного на этом участке.

Однако выбранный участок не всегда удовлетворяет всем необходимым требованиям; часто он имеет преимущества в одном отношении и недостатки в другом. В этом случае необходимо максимально использовать все выгоды, которыми обладает данный участок, и по возможности устранить влияние его недостатков на структуру генерального плана или свести их к минимуму.

ГЛАВА II. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА.

§ 1. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ДЕЛЕНИЕ ЗАВОДА

Все цехи и устройства, входящие в состав современного машиностроительного завода, в зависимости от их назначения и характера можно подразделить на несколько групп. Состав завода в значительной мере определяют размеры выпуска продукции, характер технологического процесса, особенности требований, предъявляемых к качеству изделия, и другие

Производительность Тслужений завода в значительной степени зависит также и от того, в какой мере проводятся специализация производства и кооперация завода с другими предприятиями и смежными производствами.

Состав специализированных заводов, выпускающих в большом количестве один или весьма ограниченное число типов изделия (автомобильные, тракторные, велосипедные и т. д.), определяют особенности производства этих изделий и требования, предъявляемые к ним.

Если проектируемый завод в порядке кооперации будет получать отливки со стороны, то в составе его не должно быть литейных цехов. Например некоторые станкостроительные заводы получают отливки от специализированного литейного завода, снабжающего потребителей литьем»

В ^ад^при^роектировании машиностроительного завода предусматривается, что завод не будет изготовлять у себя крупные поковки, так как для их изготовления требуется мощное оборудование, которое не будет полностью использовано, а будет получать поковки в

со стороны, то в этом случае кузнечный цех проектируется только для производства мелких поковок для основной продукции и для ремонтных изделий.

Точно так же состав энергетических и санитарно-технических сооружений завода может изменяться в зависимости от возможности кооперирования с другими промышленными и коммунальными предприятиями — части снабжения электроэнергией, газом, паром, сжатым воздухом, устройства транспорта, водопровода, канализации, столовой и т. д.

Проводимая специализация заводов и в связи с этим широкое кооперирование предприятий значительно влияет на производственную структуру заводов. Во многих случаях машиностроительные заводы не будут иметь в своем составе литейных, кузнечных, кузнечно-штамповочных цехов цехов по изготовлению крепежных деталей и др., а заготовки, метизы и тому подобные изделия будут получать от специализированных заводов. Точно так же многие заводы массового производства в порядке кооперирования со специализированными заводами будут снабжаться готовыми узлами и агрегатами (механизмами) для выпускаемых машин, например автомобильные и тракторные заводы будут получать готовые двигатели и другие агрегаты и узлы.

В зависимости от состава завода и этапов производственного цикла машиностроительные заводы разделяют на три вида.

К *первому виду* относятся машиностроительные заводы с полным производственным циклом, включающим все этапы изготовления машины; они имеют все основные цехи заготовительные, обрабатывающие, сборочные.

А *о втором виде* относятся заводы, выпускающие только заготовки для изготовления деталей машин, т. е. отливки, поковки, штамповки, которыми они снабжают другие машиностроительные заводы. Основными цехами этих заводов являются крупные литейные или кузнечные цехи. На этих заводах иногда производится предварительная, частичная механическая обработка заготовок (обдирка), предусматривающая снятие поверхностного слоя в целях обнаружения дефектов, а также во избежание транспортирования излишнего металла—отходов.

К *третьему виду* относятся заводы, производящие механическую обработку заготовок, полученных с других предприятий, и сборку машин, а также заводы, производящие только сборку машин из деталей, узлов и агрегатов, полученных с других заводов. В первом случае в составе завода имеются основные обрабатывающие и сборочные цехи, во втором — только сборочные.

Приведенный ниже состав машиностроительного завода (который может изменяться в зависимости от указанных факторов) включает основные типовые цехи и устройства, необходимые для выполнения полного производственного цикла изготовления различной машиностроительной продукции. Этот состав можно разделить на следующие группы: заготовительные цехи; обрабатывающие и сборочные цехи; вспомогательные цехи; складские, энергетические, транспортные, санитарно-технические, общезаводские устройства.

А. Заготовительные цехи

1. *Чугунолитейный цех*, имеющий отделения: землеприготовительное (для приготовления формовочной земли), стержневое, формовочное, сушила ваграночное, заливочное, термическое; помещения — для воздухоподводящего устройства, для обрубки и очистки отливок; склады — для отливок металла, лома, формовочных материалов и топлива. В состав цеха входят также цеховая контора и бытовые помещения (гардеробная, умывальная, душевая, уборная и проч.), которые устраиваются и при всех других нижеописанных цехах.

На скрапном или на шихтовом дворе литейных цехов предусматривается установка копра для разбивания лома металла.

Чугунолитейные цехи разделяются на цехи для отливок из серого чугуна и для отливок из ковкого чугуна.

2. *Сталелитейный цех* (для фасонного литья), имеющий отделения: формовочное, заливочное, стержневое, землеприготовительное, сушила, электропечи или конверторы и вагранки, отжигательные печи, отделение обрубки и очистки отливок, склады отливок и опок. На небольших средних заводах сталелитейный цех часто располагается в одном здании с чугунолитейным. Склады металла, формовочных материалов и топлива обычно являются общими для всех литейных цехов.

Сталелитейный цех проектируется в составе машиностроительного завода только в том случае, если потребность в стальном литье, вызываемая характером машиностроения, оправдывает его целесообразность. Большей же частью стальное фасонное литье средние машиностроительные заводы получают от других крупных заводов, располагающих большими сталелитейными цехами.

3. *Литейный цех* цветных металлов имеет формовочное, стержневое, обрубное и плавильное отделения, склады опоки и отливки. Если выпуск цветного литья небольшой, то литейный цех цветных металлов располагает-

ся в одном здании с чугунолитейным и является его отделением, вследствие чего получается значительная экономия во вспомогательных и обслуживающих площадях.

4. *Кузнечный, кузнечно-прессовой и кузнечно-штамповочный цехи* (выбор одной из этих организационных форм зависит от характера продукции) имеют собственно кузницу (и прессовое отделение), где установлено кузнечное и прессовое оборудование (молоты, прессы, ковочные машины, печи и пр.) и производятся кузнечные работы, а также термическое, травильное и заготовительное (для разрезки металла) отделения, склады металла и готовые поковки. На автомобильных заводах прессовые цехи очень крупные и обычно устраиваются отдельно от кузнечных.

5. *Заготовительный цех* — для изготовления заготовок из сортового материала; его назначение — выполнение предварительных операций по разрезке, правке, центровке и обдирке сортового материала для всех механических цехов завода. Если механический цех, потребляющий такие заготовки, один, то в составе механического цеха устраивается заготовительное отделение. Оно располагается в этом случае при складе материалов и заготовок механического цеха.

Б. Обрабатывающие цехи

1. *Механический цех*, в который входят станочное отделение, склад материалов и заготовок (при котором иногда имеется заготовительное отделение), контрольное отделение, промежуточный склад, инструментально-раздаточный склад, отделение для заточки инструмента, отделение для эмульсионной установки (в крупных цехах), отделение по утилизации масла и стружки и другие вспомогательные отделения.

2. *Сборочный цех* с отделениями для слесарной обработки деталей (в единичном и мелкосерийном производстве), для узловой и общей сборки и регулирования машин. Верстаки для слесарной обработки и узловой сборки часто располагаются там же, где производится общая сборка машин.

3. *Цех металлических конструкций и котельный цех* для изготовления различных металлических конструкций и котельных изделий: котлов» баков, резервуаров, кожухов, корыт и т. п. Эти цехи в составе машиностроительных заводов устраиваются в том случае, когда они требуются по характеру выпускаемой продукции, например при изготовлении мостовых кранов, химического и холодильного оборудования, пищевой аппаратуры и машин, прачечного оборудования, машин для приготовления консервов и переработки плодоовощной массы и т. д.; эти цехи могут быть отдельными или объединенными в один общий цех (корпус).

В состав этих цехов входят сборочное отделение с оборудованием (клепальными дугами, сверлильными станками и т. п.), сварочное отделение, заготовительное для разрезки металла, правки листов, пробивки отверстий, обрезки кромок и т. д., склад металла. Сборочно-сварочный цех иногда в зависимости от объема сварочных работ проектируется самостоятельным.

4. *Термический цех* — для термической обработки деталей машин, со складами.

5. *Цех холодной штамповки* — для изготовления деталей из листового материала, со складами.

6. *Окрасочный цех* — для окраски деталей и готовых изделий, с сушильными камерами; этот цех часто устраивается в одном здании со смежным с ним сборочным цехом. В массовом производстве самостоятельные окрасочные цехи часто не устраивают; окрасочное оборудование располагается в отделениях или на участках сборочного цеха или же включается в технологический поток сборочного цеха.

7. *Цех металлопокрытий* — для покрытия деталей металлами с декоративной целью и для предохранения деталей от коррозии, а также для

■ защиты от науглероживания отдельных поверхностей при цементации и для других подобных целей.

8. *Деревообделочный цех* с отделениями для станочной обработки и для верстачной работы; этот цех служит для изготовления деталей из дерева и иногда для изготовления тары (если нет отдельного тарного цеха).

Деревообделочный цех устраивается иногда совместно с модельным цехом (в зависимости от размеров этих цехов). При совместном устройстве этих цехов станочное отделение делается общим, чем достигается лучшее использование станочного оборудования.

9. *Тарный цех* — для изготовления тары, служащей для упаковки выпускаемой продукции при достаточном объеме выпускаемой продукции.

10. *Сушила* для древесины; их целесообразно устраивать общими для деревообделочного и модельного цехов.

В. Вспомогательные цехи

1. *Инструментальный цех* с термическим отделением; для небольших заводов термическое отделение инструментального цеха иногда объединяется с термическим цехом завода.

В состав инструментального цеха входят отделения для изготовления режущего и измерительного инструмента, приспособлений, штампов, металлических моделей, кокилей, подмодельных плит, прессформ. В крупных заводах некоторые из этих отделений являются иногда самостоятельными цехами.

2. *Модельный цех* (с отделениями для станочной обработки и для верстачной работы); этот цех служит для изготовления деревянных моделей.

3. *Ремонтно-механический цех* — для ремонта оборудования всех цехов завода, со станочным отделением, отделением для слесарных работ, разборки и сборки машин и др.

4. *Электроремонтный цех* — для ремонта электрооборудования; на средних и небольших заводах вместо этого цеха устраивается электротехническое отделение при ремонтно-механическом цехе.

5. *Ремонтно-строительный цех* — для ремонта зданий и санитарно-технических устройств; на небольших и средних заводах самостоятельный ремонтно-строительный цех часто не устраивают; в этом случае ремонт санитарно-технических устройств производят в ремонтно-механическом цехе, а ремонт зданий выполняет хозяйственная часть завода, имеющая для этой цели бригады строительных рабочих.

6. *Испытательный отдел*, или станция для испытания готовых машин, выпускаемых заводом; иногда он является отделением сборочного цеха.

7. *Экспериментальный цех* — для проведения экспериментальных работ по созданию опытных конструкций машин и их отдельных узлов, модернизации объектов производства. Экспериментальные работы в области технологии производятся в технологической лаборатории завода, в бюро наладки и т. д.

Г. Складские устройства

1. Склад металла.

2. Склад полуфабрикатов, изделий смежных производств, принадлежностей и различных материалов, иногда называемый главным магазином.

3. Центральный инструментальный склад (ЦИС) для хранения инструментов и выдачи его для пополнения цеховых инструментальных складов.

4. Склад шихтовых и формовочных материалов.

5. Склад готовых изделий с упаковочной и экспедицией; при производстве крупных изделий такой склад не создается, упаковочная и экспедиция в этом случае устраиваются при сборочном цехе.

6. Склад топлива.

7. Склад горючих, смазочных и химических материалов.

8. Склад древесины (круглого леса и пиломатериалов).

9. Склад моделей; этот склад устраивается в отапливаемом здании, в котором поддерживается температура 10—15°.

Д. Энергетические устройства

1. Электростанция, теплоэлектроцентраль — для крупных заводов, отопительная станция (котельная); в случае получения электрической энергии от районной станции или другого предприятия вместо силовой станции устраиваются понизительная подстанция и трансформаторные киоски при цехах.

2. Компрессорные установки — для получения сжатого воздуха, потребителями которого являются почти все цехи: в механических и сборочных цехах сжатый воздух используется для пневматического зажимного инструмента, испытания обрабатываемых или собираемых деталей, удаления стружки в процессе обработки, для пневматических подъемников; в литейных цехах — для работы литейных машин, дробеструйных аппаратов, для пневматических зубил и обдувки форм; в кузнечных цехах — для пневматических молотов и удаления окалины; в окрасочных цехах — для окраски распыливанием и т. д.

Целесообразно иметь центральную компрессорную установку,[^] которая снабжает сжатым воздухом всех заводских потребителей. Устройство отдельных компрессорных установок в цехах оправдывается только при значительной удаленности потребляющих цехов от центральной установки или в случае весьма большого потребления сжатого воздуха отдельными цехами.

3. Газогенераторная установка — для получения из различных видов топлива газа, необходимого для отопления производственных печей (кузнечных, термических и др.). В качестве топлива, генерируемого в газ, могут применяться каменный уголь (преимущественно малой теплотворной способности), торф, дрова, древесные отходы в зависимости от наличия их в данной местности. Применение газа для производственных печей весьма рационально благодаря техническим и экономическим его преимуществам.

4. Электросеть, паропроводы, газопроводы, воздухопроводы, нефтепроводы.

Е. Транспортные устройства

1. Рельсовая сеть, путевые устройства, подвижной состав, депо для тепловозов, мотовозов, электровозов.

2. Гаражи для моторных тележек и для электрических аккумуляторных тележек с зарядными станциями.

3. Гараж для автомобильного транспорта.

4. Подвесные пути, подъемно-транспортные устройства на открытых дворах, железнодорожные и крановые эстакады, благоустроенные дороги для безрельсового транспорта.

Ж. Санитарно-технические устройства

Отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация, сооружения для них, насосные и очистные станции, водохранилища, водонапорные башни.

3. Общезаводские устройства

1. Центральная лаборатория с отделениями для механического испытания, химического анализа, металлографического и рентгеновского исследований, отделениями пирометрическим и коррозионным. Филиалы лаборатории устраиваются при литейных, термических и других цехах.

2. Технологическая лаборатория для исследования в области резания металлов и других видов обработки.
3. Центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) с измерительными пунктами в цехах.
4. Главная контора (заводоуправление), где размещаются дирекция, техническая, административно-финансовая, снабженческая и хозяйственная части.
5. Проходная^ контора с отделениями для табельной, бюро выдачи пропусков, отдела найма рабочей силы (он может быть и при главной конторе, а также отдельно), для охраны и т. п.
6. Пожарное депо с помещениями для пожарного персонала.
7. Заводские учебные учреждения (школа, курсы, техникум, филиал втуза).
8. Медицинский пункт, амбулатория, поликлиника.
9. Здание общественных организаций (помещения для общественных организаций и главная контора могут находиться в одном здании).
10. Столовая. Помещения для общественных организаций и столовая не должны иметь непосредственных выходов на территорию завода; проход в эти помещения с заводской территории должен быть предусмотрен через проходную контору. Столовая должна иметь отдельный от заводского двор.
11. Связь телефонная станция, телеграф, радиозузел, телевизионные установки и т. д.
12. Сторожевые пункты.

§ 2. СХЕМЫ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУФАБРИКАТОВ И ИЗДЕЛИЙ

Имея необходимые данные о производственной программе, можно приступить к разработке схемы производства, устанавливающей последовательный ход технологического процесса изготовления продукции. Схему производства можно изобразить графически. Примерная схема показана на рис. 1. Схема производства предопределяет схему движения материалов, полуфабрикатов и изделий в процессе производства.

Существует несколько схем движения материалов, полуфабрикатов и изделий, применяемых в зависимости от характера и размера производства и формы участка. Приведем наиболее часто встречающиеся из них.

Прямолинейное движение, при котором здания расположены последовательно одно за другим в один, два или более рядов, параллельно железнодорожным путям. Оно применяется для крупных заводов с большим грузооборотом, когда участок имеет форму длинного (вытянутого) прямоугольника (рис. 2).

Движение под прямым углом, обусловленное формой участка (в виде прямого угла); соответственно этой форме и располагаются здания (рис. 3).

Кольцевое движение, соответствующее такому же расположению зданий. Оно применяется при ограниченном размере участка в длину и при его форме, близкой к квадрату; здания размещаются соответственно контуру участка по его периферии, что дает возможность получить необходимую длину для производственного потока (рис. 4).

Движение в виде простой вилки, являющееся незамкнутым кольцевым, когда здания расположены в виде буквы П; поступающий материал в процессе обработки может иметь направление движения в трех вариантах (рис. 5): по схеме *а* он поступает в обработку и выходит в виде готовой продукции с одной и той же стороны. При этом обрабатываемый материал два раза изменяет направление под прямым углом. По схеме *б* материал поступает с одной стороны двумя параллельными потоками и выходит с другой одним потоком готовой продукции. По схеме *в* материал поступает с одной стороны одним общим потоком и затем в процессе обработки идет двумя параллельными потоками; готовая продукция выходит с другой стороны также двумя потоками.

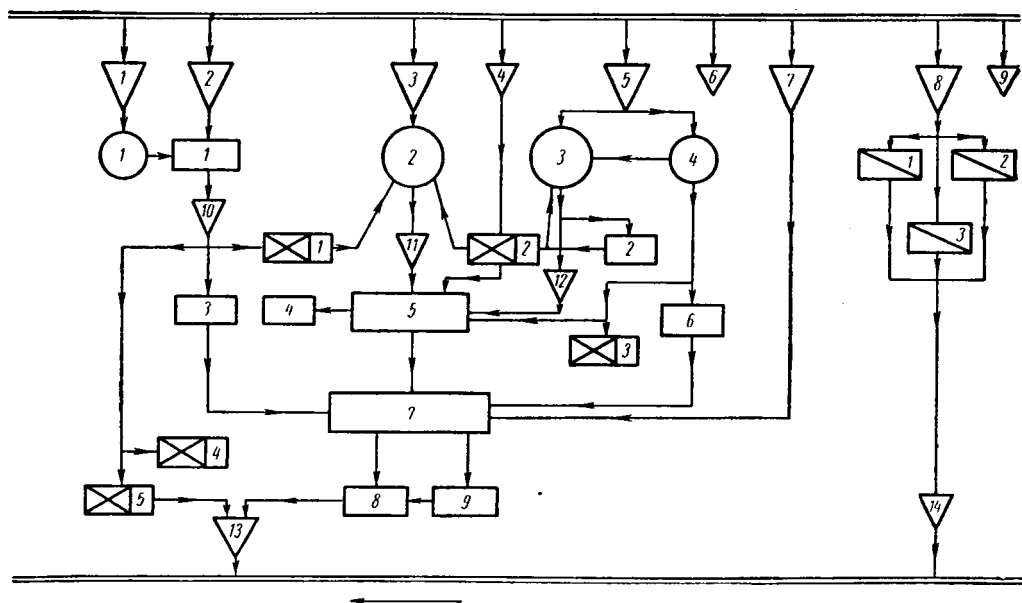


Рис. 1. Технологическая схема машиностроительного завода:

— склады: 1 — круглых лесоматериалов; 2 — пиломатериалов; 3 — шихтовых и формовочных материалов; 4 — инструментальной стали; 5 —металлов; 6 — химических материалов; 7 — полуфабрикатов и других материалов; 8 — топлива; 9 — горючих материалов; 10—сухих пиломатериалов; 11 — отливок; 12— поковок; 13 — готовой продукции с экспедицией; 14 — отвал;

О

— заготовительные цехи: 1 — лесопильные; 2 — литейные; 3 — кузнечные; 4 — железозаготовительные;

□

— обрабатывающие и сборочные цехи: 1 — лесосушильный; 2 — первый термический; 3 — деревообрабатывающий; 4 - второй термический; 5 — механический; 6 — котельно-сварочный, холодной штамповки; 7 — сборочный; 8 —окрасочный; 9 — испытательная станция;

— вспомогательные цехи: 1 — модельный; 2 — инструментальный; 3 — ремонтно-механический; 4—ремонтно-строительный; 5 —гарный;

— энергетические устройства: 1 — ТЭЦ; 2 — газогенераторная станция; 3 — центральная котельная

Во всех случаях цехи могут размещаться или в отдельных зданиях, расположенных, как изображено на схемах (см. рис. 5, а—в), или в одном общем здании, имеющем форму буквы П (рис. 5, г). Однако следует отметить, что одноэтажные производственные здания сложного периметра в настоящее время не рекомендуется применять вследствие большой их стоимости. Рекомендуется применять здания простой прямоугольной формы.

м. а .

I ч I I I-----П

Рис. 2. Схема прямолинейного движения материалов, полуфабрикатов и изделий

ж. д.

«. д.

Г
_1 _____ II

Рис. 3. Схема движения материалов, полуфабрикатов и изделий под пря- Рис. 4. Схема кольцевого движения материалов, полуфабрикатов и изделий углом

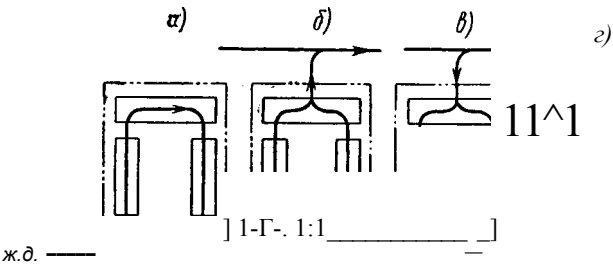


Рис. 5. Схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий по форме простой вилки

6J
тт ГТТ

[] [] [] [] шиш

ж. д.

Рис. 6. Схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий по форме сложной вилки

Движение в виде сложной вилки (рис. 6), при котором потоки изделий из обрабатывающих цехов, расположенных параллельно, поступают в общий поток в сборочном цехе, расположенном перпендикулярно к первым; при этом заготовительные цехи располагаются перед обрабатывающими по тому же направлению. В этом случае сборочный и обрабатывающие цехи могут размещаться в отдельных зданиях, расположенных, как указано на схеме или чаще всего в одном общем здании (рис. 6, б); в последнем случае наружное очертание здания имеет форму вилки или буквы Ш, гребня.

Эта схема движения применяется также для больших кузнечных и прессовых цехов. В зданиях Ш-образной формы, очертания которых соот-

ветствуют данной форме движения, создаются хорошие условия проветривания и естественного освещения и, кроме того, для этих зданий не требуются внутренние водостоки. Но такие здания со сложным очертанием обходятся дороже, и в настоящее время применяются здания более простой, прямоугольной формы.

При этой схеме движения здание может иметь также форму прямоугольника (рис. 6, б), в котором обрабатывающие цехи, разделенные только рядами колонн, расположены параллельно, и перпендикулярно к ним, в этом же здании — сборочный цех.

По этой наиболее распространенной и удобной схеме строят современные механосборочные цехи, так как в этом случае достигается наиболее рациональное движение материалов и полуфабрикатов в процессе их обработки.

Описанные схемы применяются для участков, имеющих примерно или прямоугольную, или квадратную форму. В первом случае движение материалов, полуфабрикатов и изделий идет параллельно основным заводским железнодорожным путям; во втором случае часть зданий (или все) своей длинной осью располагаются перпендикулярно к питающему железнодорожному пути, и поступательное движение материалов идет по ломаной линии.

При коротких участках большой глубины движение материалов, полуфабрикатов и изделий может происходить по поперечной схеме (рис. 7), при которой материалы направляются перпендикулярно к длинной оси здания и основным железнодорожным путям.

По комбинированной схеме происходит движение материалов, полуфабрикатов и изделий в продольном и поперечном направлениях.

§ 3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Под *генеральным планом* понимается план расположения на участке всех зданий предприятия, сооружений и устройств (складских, транспортных, энергетических, инженерно- и санитарно-технических), зеленых насаждений и ограждений с изображением рельефа участка горизонталями и указанием вертикальных отметок изображенных объектов.

Как указывалось выше, генеральный план разрабатывается в стадии проектного задания и в стадии рабочих чертежей.

В стадии проектного задания составляется совмещенный генеральный план предприятия, на котором указывается расположение проектируемых, существующих, реконструируемых и подлежащих сносу зданий и сооружений, наносятся все транспортные пути и коммуникации, а также отмечается вертикальная привязка основных зданий и сооружений.

Подсчет необходимых площадей для цехов и зданий можно произвести:

1) по технико-экономическим показателям аналогичных производств (о технико-экономических показателях см. гл. XXI, § 4) или 2) на основании плана расположения требующегося оборудования, количество которого и последовательность расположения определены по технологическому процессу, а также на основании расчета и планировки вспомогательных отделений.

Второй способ является более точным.

Для определения необходимых площадей цехов и зданий по технико-экономическим показателям с целью получения более правильных результатов следует взять два-три показателя и, сделав по ним подсчет, сопоставить

2

$i > \epsilon$
жд

Рис. 7. Поперечная схема движения материалов, полуфабрикатов и изделий:

1 — склады сырья; 2 — заготовительные цехи; 3 — обрабатывающие цехи; 4 — сборочные цехи; б — склад готовой продукции; ж. д. — железнодорожный путь

конечные результаты. Для этого можно использовать следующие технико-экономические показатели:

- 1) годовой выпуск готовой продукции в ценностном (в рублях) или весовом (в тоннах) выражении или штуках с 1 м² производственной площади;
- 2) годовой выпуск готовой продукции, выраженный в рублях, тоннах или штуках с единицы основного оборудования;
- 3) годовой выпуск продукции, выраженный в рублях, тоннах или штуках, приходящийся на одного производственного рабочего;
- 4) площадь, приходящаяся на единицу основного оборудования или на одного производственного рабочего.

При подсчете по первому показателю непосредственно получают размер необходимой производственной площади, по второму — необходимое количество основного оборудования, по третьему — необходимое количество производственных рабочих. Пользуясь четвертым показателем, определяют размер необходимой производственной площади для оборудования, подсчитанного по второму показателю, и для количества производственных рабочих, подсчитанного по третьему показателю.

Определив таким образом размер производственной площади по каждому цеху, берут по процентным соотношениям, выведенным на основании подсчетов по ряду разработанных проектов, размеры вспомогательных площадей, входящих в состав цеха (процентные соотношения площадей производственных и вспомогательных отделений цехов указаны при рассмотрении каждого цеха в отдельности).

Более точно производственные площади, размеры цехов и вспомогательных отделений определяют на основании разработанных планов расположения требующегося оборудования, количество которого подсчитано по данным спроектированного технологического процесса.

Подсчитав тем или другим способом потребную для каждого цеха площадь здания, его размеры, тип и форму, определяют также площади и размеры всех вспомогательных зданий, сооружений и устройств; устанавливают направления всех путей и коммуникаций, проходящих по территории участка. Таким образом, на основании расчетных и планировочных данных, полученных в результате разработки проектного задания каждого объекта (цеха, сооружения), входящего в состав завода, устанавливают взаимное расположение всех зданий, сооружений и устройств на территории участка и решают все вопросы его благоустройства, т. е. составляют генеральный план завода.

Приступая к наметке расположения зданий на плане участка, необходимо прежде всего выбрать ту или иную схему движения материалов, полуфабрикатов и изделий, обусловленную последовательным ходом технологического процесса, формой и размерами участка и направлением железнодорожной линии, проходящей поблизости от участка.

В стадии выполнения рабочих чертежей генеральный план, разработанный в проектном задании, уточняется и детализируется в той мере, в какой это необходимо для выполнения строительно-монтажных работ.

При составлении рационального генерального плана особенно рельефно необходимо выразить идею, заложенную в основе проекта, которая позволит с наибольшей выгодой использовать имеющиеся условия для проектируемого предприятия.

Сложность составления генерального плана объясняется тем, что он должен удовлетворять сочетанию общих и частных требований, вытекающих из условий производственного характера, специфики отдельных участков. Наиболее удачное согласование этих требований определяет рациональное расположение производственных и вспомогательных зданий, сооружений и устройств. Эти требования обусловлены характером производства, технологического процесса, местных условий и стремлением получить наилучший экономический эффект.

С целью достижения наибольшей технико-экономической эффективности обычно при проектировании разрабатывают несколько вариантов генеральных планов и в результате сопоставления вариантов выбирают наиболее рациональный и эффективный в техническом и экономическом отношении.

Основные положения по разработке генерального плана машиностроительного предприятия сводятся к следующему:

1. Генеральный план предприятия должен разрабатываться на основе наиболее рациональной организации производственного процесса и применения прогрессивных видов транспорта исходя из лучшего использования площади территории.

2. Планировку и застройку территории предприятия, предусмотренные генеральным планом, необходимо увязывать с проектами планировки прилегающих жилых районов населенных пунктов и соседних предприятий, а также ближайшими магистралями, железнодорожными, автомобильными, шоссейными и водными путями.

3. Здания производственных цехов и складов должны располагаться в соответствии с последовательным ходом производственного процесса, что дает возможность получить постоянное общее направление грузов.

4. Здания вспомогательных цехов нужно располагать поблизости к зданиям производственных цехов, имеющих наибольшее количество оборудования.

5. Необходимо обеспечить наименьший путь движения материалов, полуфабрикатов и изделий по территории завода для достижения наименьших расходов на внутризаводской транспорт.

6. Предусмотреть блокирование производственных и вспомогательных цехов, складов, административно-конторских и бытовых помещений в одном или нескольких крупных зданиях; предприятия инструментальной и приборостроительной промышленности, а также специализированные по выпуску агрегатов узлов и деталей заводы автомобильной, тракторной, электротехнической промышленности, сельскохозяйственного машиностроения и других отраслей легкого и среднего машиностроения, как правило, следует размещать в одном корпусе, что является наиболее целесообразным в экономическом и техническом отношении (о блокировании цехов см. дополнительно в гл. XIX).

7. Необходимо, чтобы взаимное расположение зданий и разрывы между ними удовлетворяли правилам и нормам, установленным законодательными и планировочными органами в отношении пожарной безопасности, санитарно-технических, светотехнических и других требований; при этом разрывы между зданиями должны быть минимальными исходя из условий расположения инженерных сетей, проезжих дорог и тротуаров.

8. Здания располагать так, чтобы обеспечить возможность дальнейшего расширения цехов и всего завода без нарушения генерального плана, без сноса построенных зданий и с наименьшими затратами, если такое расширение предусматривается по заданию при условии технико-экономического обоснования его целесообразности.

9. Наиболее полно использовать местные пути сообщения — железнодорожные, водные, шоссейные и автомобильные.

10. При перевозке грузов большого веса, а также при доставке сырья, топлива, полуфабрикатов и т. п. из дальних районов необходимо предусматривать ввод железнодорожной ветки на территорию завода; при этом следует стремиться во избежание потери площади к наиболее рациональному расположению железнодорожных путей, соответствующему размеру грузооборота и особенностям участка. Ввод железнодорожной ветки на территорию завода должен быть со стороны, противоположной предзаводской площадке.

11. Здания и сооружения располагать по отношению к странам света и направлению преобладающих ветров таким образом, чтобы были обеспечены наиболее благоприятные условия для естественного освещения и их проветривания.

12. Предприятия и здания для производства, выделяющего газ, дым, пыль, неприятный запах, располагать по отношению к другим зданиям и жилым районам с подветренной стороны, учитывая направление господствующих ветров.

13. Здания, однородные по производственному характеру и санитарно-гигиеническим условиям, по возможности необходимо сосредоточивать отдельными группами, разделив территорию завода на зоны, не нарушая, однако, технологической схемы их расположения.

14. Предусмотреть озеленение не используемой под застройку территории предприятия с посадкой деревьев и кустарников и устройством газонов. На магистральных проездах, используемых для массового прохода работающих на предприятии, применять рядовую посадку деревьев и кустарников.

15. На территории завода устраивать автомобильные дороги и тротуары городского типа — с бордюрным камнем и гладким беспыльным покрытием.

16. ^ Необходимо соблюдение основного, руководящего принципа кратчайший прямолинейный путь движения материалов и полуфабрикатов без обратных и встречных движений; правильность и простота контуров зданий и последовательная технологическая схема следующего порядка:

сырьевые склады ввоз сырья; заготовительные цехи — литейные, кузнечные и др.; обрабатывающие цехи — механические, сборочные и др.; склады готовой продукции — вывоз готовой продукции; межцеховые потоки грузов (материалы, полуфабрикаты, детали) — в процессе обработки их направляют по возможности кратчайшими и прямыми путями, связывающими цехи и склады; вспомогательные цехи, здания и сооружения располагаются поблизости от основных обслуживаемых ими цехов, не стесняя технологического потока грузов: административно-общественная группа зданий (главная контора, проходная контора, заводская школа, амбулатория и др.) располагается по фасадной линии завода.

Технологическая схема машиностроительного завода показана на рис. 1.

Соблюдая при разработке генерального плана указанные принципиальные положения, необходимо при определении взаимного расположения зданий учитывать их назначение и специфический характер выполняемых в них производственных процессов.

Объединение (блокирование) производственных и вспомогательных цехов в одном здании в виде блока цехов, а также целых предприятий в одном корпусе, как уже известно, целесообразно в экономическом и техническом отношениях, так как постройка отдельных мелких зданий обходится значительно дороже, чем одного более крупного здания, а в производственном отношении такое совместное расположение нескольких цехов в одном здании значительно сокращает путь движения материалов, полуфабрикатов и изделий и дает возможность устройства объединенных вспомогательных отделений, складов и обслуживающих помещений.

Объединение нескольких цехов в один блок и размещение их в одном здании сокращают также размеры территории завода, длину внутризаводских путей и коммуникационных линий, уменьшают расходы на благоустройство и ограждение территории и расходы по эксплуатации завода. Поэтому при проектировании генерального плана завода во всех случаях, где это возможно, необходимо производить объединение производственных и вспомогательных цехов и размещение их в одном здании, как одноэтажном так и многоэтажном (дополнительно см. гл. XIX).

Объединение цехов и устройств в одном здании целесообразно производить по признаку однородности технологических процессов и производственной связи. Часто производят такое объединение цехов в группу литейную, кузнечную, прессовую, деревообделочную, механосборочную

Сосредоточивание зданий отдельными группами в соответствующих зонах (зонирование) особенно важно для цехов горячей обработки металла, цехов вредных производств и энергетических сооружений, выделяющих в атмосферу газы, дым, пыль, искры. Эти цехи следует размещать в наибольшем удалении от главного входа на заводскую территорию.

При входе в завод должна быть расположена административно-общественная группа зданий, ориентированная к городу или рабочему поселку.

Чтобы избежать переноса огня в случае пожара, необходимо при расположении зданий и сооружений на участке учитывать розу ветров.

Группируя цехи и устройства на территории завода исходя из указанных выше соображений, в соответствии с технологической схемой производства можно установить основные зоны участка.

Зона горячих цехов (или зона заготовительных цехов), в которой размещаются чугунолитейные, сталелитейные, литейные цветных металлов, кузнечные, кузнечно-прессовые, термические цехи со складскими помещениями при них для сырьевых материалов. Эта зона должна быть расположена ближе к вводу железнодорожной линии на территории завода и должна иметь наиболее развитую сеть железнодорожных путей для доставки металла, топлива и формовочных материалов.

Зона обрабатывающих цехов, в которой сосредотачиваются цехи холодной обработки металлов и сборочные (механосборочные цехи). В этой зоне располагаются также экспедиция и склады готовой продукции с подведенными к ним железнодорожными путями.

Зона вспомогательных цехов, в которой группируются инструментальные, ремонтно-механические, электроремонтные и другие вспомогательные цехи. Их следует располагать, как указывалось, по возможности ближе к обслуживаемым ими производственным цехам, имеющим наибольшее количество оборудования.

Зона деревообрабатывающих цехов, в которой размещаются деревообделочный, лесопильный, тарный цехи, сушилка для древесины, склады древесины (круглого леса и пиломатериалов). Так как эти цехи являются огнеопасными, их располагают возможно дальше от горячих цехов.

Зона энергетических устройств, в которой размещаются центральные электростанции (ЦЭС), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), котельные, газогенераторные станции; здесь же располагаются обслуживающие их склады топлива. Так как при работе этих установок выделяется много газов, дыма, гари, пыли, представляющих повышенную пожарную опасность, их следует располагать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям (учитывая господствующие ветры).

Зона обще заводских устройств предназначается для размещения административных, общественных, учебных, культурно-бытовых и хозяйственных зданий. Эта зона располагается у главного входа завода, где создается предзаводская площадка. Здания главной конторы, амбулатории (или поликлиники), столовой, пожарного депо должны быть расположены вне ограды заводской территории и иметь входы с улицы.

На предзаводской площадке предусматривают стоянки для автомобилей и мотоциклов, а также устройства для хранения велосипедов.

Противопожарные разрывы между производственными зданиями, сооружениями и закрытыми складами, а также между производственными и вспомогательными зданиями, размещаемыми на территории предприятия, назначаются в зависимости от степени огнестойкости зданий и сооружений согласно табл. 1*.

К I, II и III степеням огнестойкости относятся здания с несгораемыми конструкциями стен, колонн, междуэтажных и чердачных перекрытий и перегородок с пределом огнестойкости от 0,25 до 3 ч. Совмещенные покрытия для III степени огнестойкости могут быть сгораемые.

* **Сборник противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест.**

Таблица 1

Противопожарные разрывы между производственными зданиями, сооружениями, закрытыми складами и вспомогательными зданиями, размещаемыми на территории предприятия

Степень огнестойкости зданий или сооружений	Разрывы между зданиями и сооружениями при степенях огнестойкости, м		
	I и II	III	IV и V
I и II	10	12	16
III	12	16	18
IV и V	16	18	20

Примечание. Классификацию зданий по степеням огнестойкости и классификацию производства по категориям пожарной опасности надлежит принимать в соответствии со Строительными Нормами и Правилами — СН и П (гл. II-A, 5—62 «Противопожарные требования. Основные положения проектирования» и гл. II-M, 2—62 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования»).

К IV степени огнестойкости относятся здания с трудносгораемыми основными элементами с пределом огнестойкости от 0,25 до 0,40 ч.

К V степени огнестойкости относятся здания со сгораемыми конструкциями стен, покрытий, перекрытий и перегородок.

Противопожарные разрывы между производственными зданиями и сооружениями не нормируются (СН и П П-А.5—62 п.3.100) в случаях, если:

а) площадь пола двух и более зданий или сооружений, а также площадь навесов не превышает величин, допускаемых между противопожарными стенами, считая по наиболее пожароопасному производству и низшей степени огнестойкости зданий и сооружений;

б) одна стена более высокого здания или сооружения является противопожарной;

в) здания или сооружения I и II степеней огнестойкости имеют несгораемые кровли или сгораемые кровли по несгораемому основанию, и в этих зданиях в целом или в их взаимнопротивостоящих частях размещены производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям Г и Д.

Противопожарные разрывы между зданиями, сооружениями и открытыми наземными расходными складами материалов назначаются в соответствии с табл. 1а.

Таблица 1а

Противопожарные разрывы между зданиями или сооружениями и открытыми наземными складами

Открытый наземный расходный склад	Емкость склада	Разрывы от мест хранения и складских сооружений до зданий или сооружений при степенях огнестойкости, м		
		I и II	III	IV и V
Склад каменного угля	Менее 500 т	6	8	12
	От 500 до 5000 т	8	10	14
	От 5000 до 100 000 т	12	14	16
Склад торфа:				
	а) кускового			
б) фрезерного	Менее 1000 т	20	24	30
	От 1000 до 10 000 т	24	30	36
Склад лесоматериалов и дров	Менее 1000 т	30	36	40
	От 1000 до 5000 т	36	40	50
Склад лесоматериалов и дров	Менее 1000 м³	12	16	20
	От 1000 до 10 000 ж»	18	24	30
Склад легковозгорающихся материалов (щепы, опилок и т. п.)	Менее 1000 м³	24	30	36
	От 1000 до 5000 м³	30	36	40
Склад легковоспламеняющихся жидкостей	Менее 10 м³	16	20	24
	От 10 до 250 м³	20	24	30
	От 250 до 500 м³	24	30	40
	От 500 до 1000 м³	30	40	50

Разрывы от наземных резервуаров до зданий, сооружений, складов, железнодорожных путей и автомобильных дорог установлены также противопожарными нормами строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест.

В разрывах между зданиями и особенно между цехами и сооружениями, выделяющими газы, дым, копоть, пыль, и административно-общественными зданиями следует устраивать зеленые насаждения.

Внутриводские улицы (проезды) должны обеспечить наиболее короткое и удобное сообщение между производственными цехами и складами; ширину их проезжей части, которую покрывают асфальтом, принимают равной 6 или 9 м; при этом общая ширина улицы вместе с тротуарами и полосами зеленых насаждений делается равной 18—24 м, а на крупных предприятиях — 30—42 м и более.

Инженерные коммуникационные сети обычно размещают под землей (подземные сети) параллельно линиям расположения зданий на определенных расстояниях и глубинах в соответствии с нормами проектирования. Надземные сети на опорах устраиваются сравнительно редко. Последовательность в порядке расположения сетей по направлению от зданий к проезжей части улицы обычно принимается следующая: кабели слабого тока, линии связи и тока высокого напряжения, теплопроводы, газопроводы, водопровод, канализация.

При большом количестве инженерных сетей, особенно при неудовлетворительном качестве грунта, следует размещать сети в общем подземном, проходном туннеле; это создает лучшие условия для эксплуатации и ремонта.

Расположение подземных сетей коммуникаций необходимо увязывать с расположением надземных зданий, сооружений, транспортных путей и устройств.

Расположение железнодорожных путей на территории завода. Расположение площадки завода по отношению к магистральному железнодорожному пути влияет на размеры площади, занимаемой железнодорожными путями на территории завода, и на их протяженность. Площадка завода может располагаться относительно подъездного железнодорожного пути под прямым углом, под углом 20—30° или параллельно этому пути. Наиболее благоприятно расположение площадки параллельно железнодорожному пути. Расположение железнодорожных путей на территории участка зависит от размеров и направления грузооборота, а также от формы, размеров и условий эксплуатации участка.

Существуют четыре наиболее часто применяемые для машиностроительных заводов основные схемы расположения железнодорожных путей на заводской территории.

**Тупиковая схема* (рис. 8), при которой все пути, подводимые к цехам и складам, заканчиваются тупиками; возврат вагонов осуществляется по тем же путям. Эта схема применяется для небольших и средних заводов с малым грузооборотом, имеющих сравнительно небольшую территорию.

Прямолинейная, или сквозная, схема (рис. 9), при которой все пути, ходящие по территории завода, являются сквозными и имеют общее направление; вагоны отправляются в сторону, противоположную прибытию. Эта схема применяется для крупных заводов, имеющих участок в виде длинного прямоугольника, при наличии достаточно большого грузооборота, оправдывающего сквозное движение подвижного состава.

Кольцевая схема (рис. 10), при которой все пути, подходящие к цехам и складам, представляют собой замкнутые кольца, дающие возможность поворота вагонов. Эта схема применяется для крупных заводов с большим грузооборотом и большой территорией.

Комбинированная схема с внешним кольцевым путем и внутренними тупиковыми путями к цехам и складам (рис. 11) представляет собой комбинацию тупиковой и кольцевой схем; она применяется для средних и крупных заводов,

когда из-за ограниченности площадки внутри заводского двора невозможно закругление путей.

У тупиковых и сквозных путей, подводимых одновременно к нескольким производственным зданиям или складам, целесообразно устраивать обгонные пути с целью устранения задержки движения при погрузке или разгрузке у одного здания, как это показано на рис. 8.

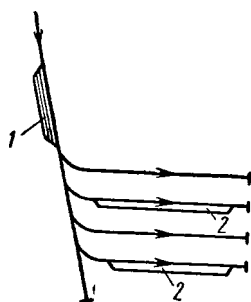


Рис. 8. Тупиковая схема железнодорожных путей:

1 — сортировочные пути;
2 — обгонные пути

Сортировочные пути могут устраиваться в разных местах в зависимости от местных условий.

При решении вопроса о наилучшем использовании площади участка необходимо в каждом отдельном случае выявить целесообразность применения для железнодорожного транспорта в качестве тягового средства тепловоза, электровоза или паровоза, который применяется теперь лишь в редких случаях для маневренной службы на территории заводов. Радиусы закругления железнодорожных путей определяются в зависимости от типа средств тяги и годового грузооборота. Для магистральных электровозов и тепловозов радиус закругления путей требуется больше, чем для промышленных. Так, для магистральных электровозов радиус закругления должен быть не менее 200 м (в трудных условиях) и для нормальных условий — не менее 400 м; для промышленных условий — не менее 150 м.

Для промышленных электровозов и тепловозов с вагонами общей сети радиус закругления может снижаться до 150 м.

В результате уменьшения радиуса закругления при пользовании тепловозом и электровозом можно значительно лучше использовать площадь участка, так как на закруглениях теряется меньшая площадь. При надлежащих радиусах закругления заводы с малым грузооборотом могут не иметь

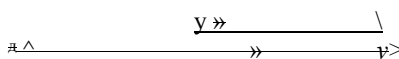


Рис. 9. Прямолинейная (сквозная) схема железнодорожных путей

собственных средств тяги, а пользоваться средствами связи таким образом, не иметь свое-

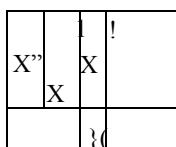
службы.

Железнодорожные пути, обслуживающие цехи и склады, подводятся к зданиям, причем путь может проходить или снаружи, или внутри здания. Внутрь здания железнодорожный путь вводится в том случае, когда вес и количество грузов, а также вес отдельных изделий значительны; в этом случае погрузку и разгрузку целесообразно вести непосредственно в вагоны или из вагонов при помощи механизированного оборудования, кранов, козлов и т. д. Железнодорожные пути, обслуживающие склады или цеха, наиболее рационально вводить внутрь или подводить снаружи вдоль фронта склада или цеха. Это дает возможность одновременной разгрузки или погрузки нескольких вагонов и обслуживания наибольшей длины пути. Пути, вводимые в здания, могут быть сквозными и тупиковыми. Сквозные пути применяются в тех случаях, когда цех имеет значительный грузооборот, грузы доставляются в цех одновременно несколькими вагонами и освобождаемые от материалов вагоны могут немедленно нагру-

При вводе железнодорожных путей в здание применяются в зависимости от местных производственных условий транспортируемых грузов. Если пол вагона предусматривается пола цеха, подвод пути к цеху осуществляют в выемке, что с отвод, вызывает необходимость перед входом в цех делать приводит к другим затруднениям в эксплуатации.

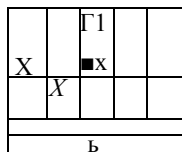
Если головка рельса пути должна находиться на уровне мет цеха, необходимо устройство погрузочной платформы в цехе.

Рис. 10. Кольцевая схема железнодорожных путей



Ж. д./

Рис. 12. Схема расположения железнодорожного пути снаружи здания перпендикулярно к продольной оси пролетов



Ж. д.

Рис. 15. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания параллельно продольной оси пролета посередине пролета

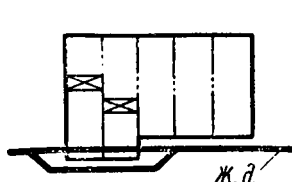


Рис. 18. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания перпендикулярно к продольным осям двух смежных пролетов

Рис. 13. Схема расположения железнодорожного пути снаружи здания параллельно продольной оси пролета

Ж. д.

и-Аг-1

Рис. 16. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания перпендикулярно к продольной оси одного пролета

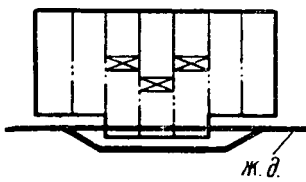
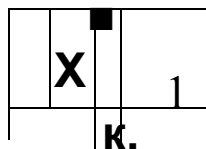


Рис. 19. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания перпендикулярно к продольным осям трех пролетов

Рис. 11. Кольцевая схема железнодорожных путей с внутренними тупиками



т. д.

Рис. 14. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания параллельно продольной оси пролета вдоль внутренней стены

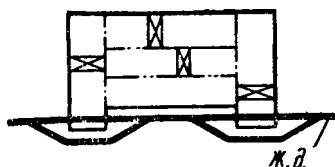


Рис. 17. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания перпендикулярно к продольным осям двух крайних пролетов

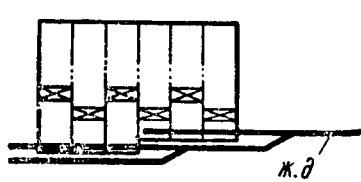


Рис. 20. Схема расположения железнодорожного пути внутри здания перпендикулярно к продольным осям всех пролетов

При укладке железнодорожных путей внутри или снаружи здания необходимо соблюдать габариты приближения частей сооружения или оборудования к железнодорожному пути согласно стандарту (для железнодорожной колеи 1524 мм). Ось пути должна располагаться не ближе 3100 мм от вновь строящихся зданий, заборов, опор и не ближе 2250 мм от отдельно стоящих колонн, стоек проемов ворот и выступающих частей зданий (пиластр, контрфорсов, тамбуров, лестниц и др.) при их длине вдоль пути не более 1000 мм.

При вводе в здания тупиковых путей для облегчения маневровых операций устраивают обгонные пути, располагаемые снаружи здания параллельно его стене. Цеховые пути должны располагаться на горизонтальной площадке и не должны иметь уклонов.

Расположение путей относительно зданий (в плане) может быть различное:

а) снаружи здания перпендикулярно к продольной оси пролетов (рис. 12)* или параллельно продольной оси пролета (рис. 13);

б) внутри здания параллельно продольной оси пролета вдоль внутренней стороны стены (рис. 14) или посередине пролета (рис. 15);

в) внутри здания перпендикулярно к продольной оси одного или нескольких пролетов (рис. 16—20).

Для возведения зданий и проведения железнодорожных и безрельсовых путей территорию заводского участка необходимо планировать таким образом, чтобы количество земляных работ и размеры фундаментов были наименьшими и чтобы можно было выдержать допускаемые уклоны и радиусы закругления для проводимых путей. При значительной разнице в вертикальных отметках рельефа участка общая планировка его на один уровень под одну отметку требует большого объема земляных работ и больших затрат. В таких случаях следует территорию участка планировать отдельными террасами, обеспечивая возможность обслуживания их железнодорожными и безрельсовыми путями.

При планировке участка необходимо, чтобы общий объем земляных работ был наименьшим; объемы снимаемой и насыпаемой земли должны быть малыми и примерно равными. Если на участке объемы земли для засыпки и выемки не равны, то предпочтительнее будет вывоз излишней земли с участка, чем привоз ее на площадку.

Для отвода атмосферных вод с поверхности участка необходимо при планировке предусматривать уклоны от зданий к водоотводам, равные 0,001 0,002.

Для приведения поверхности участка в надлежащий вид составляют проект вертикальной планировки, который имеет целью определить вертикальные отметки полов, зданий, сооружений, внутризаводских железнодорожных путей; отметки эти назначают в соответствии с допускаемыми уклонами железнодорожных путей и увязывают с глубиной заложения подземных сооружений, профилем безрельсовых дорог и возможностью отвода атмосферных вод. По проекту вертикальной планировки определяют объем земляных работ на территории завода.

Кроме общего генерального плана, разрабатывают отдельные и сводный генеральные планы инженерных сетей: водопроводной, канализационной, энергетической, теплофикационной, газопроводной и др., а также по транспортным путям. На рис. 21 дана сводная схема инженерных сетей.

Для суждения о том, как использована площадь участка, служат два технико-экономических показателя: а) коэффициент плотности застройки участка и б) коэффициент использования площади участка.

Коэффициентом плотности застройки участка называется отношение площади, занимаемой зданиями и крытыми сооружениями, к площади всего участка; для новых заводов его величина равна примерно 0,35—0,45.

* На рис. 12—20 пунктирными линиями отделены пролеты; перекрещенными прямоугольниками обозначены мостовые краны.

Коэффициентом использования площади участка называется отношение площади, занимаемой зданиями, сооружениями и всеми устройствами, к площади всего участка; для новых заводов величина коэффициента использования площади равна примерно 0,45—0,55.

Величины этих коэффициентов для заводов, расположенных в городской черте, а также для заводов с многоэтажными зданиями значительно выше приведенных.

Следует отметить, что малые величины этих показателей указывают на недостаточное использование площади участка, что вызывает, особенно

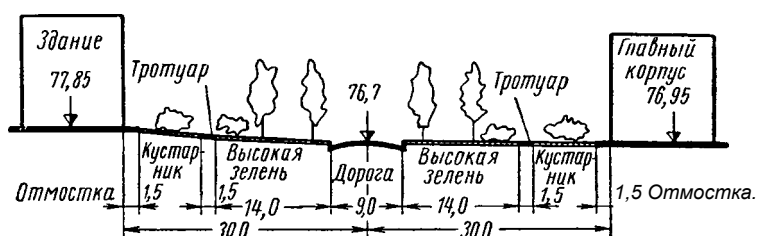


Рис. 22. Профиль улицы на территории машиностроительного завода шириной 60 м (размеры — в метрах)

при разбросанности зданий, излишние затраты на устройство и эксплуатацию внутризаводских путей, коммуникационных линий, ограждений и на благоустройство территории. Большие величины этих показателей указывают на чрезмерную плотность расположения зданий и сооружений. В таких случаях следует произвести анализ полученных величин показателей, сравнить их с показателями других аналогичных предприятий и убедиться в достаточном и правильном использовании площади участка.

Наибольшая компактность генерального плана, а значит и наилучшее использование площади участка, достигается, если выполняются следующие условия:

1) наиболее плотное расположение зданий на заводской территории, допускаемое требованиями противопожарных и санитарных норм;

2) правильная конфигурация и соотношение размеров участка;

3) наиболее простая конфигурация зданий (в плане);

4) наименьшая допускаемая ширина проездов;

5) простая схема расположения проездов, образующая правильные кварталы;

6) максимально возможная блокировка зданий;

7) наиболее рациональная схема расположения и ввода в здания железнодорожных путей;

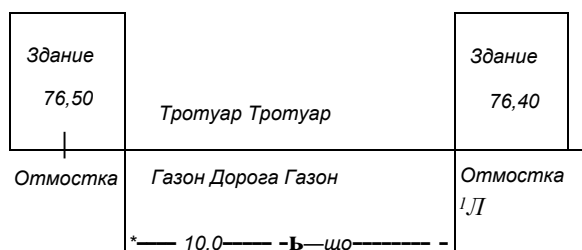


Рис. 23. Профиль улицы на территории машиностроительного завода шириной 20 м (размеры—в метрах)



Рис. 24. Разрез покрытия дороги на машиностроительном заводе (размеры — в метрах)

Профили улиц

к А-А,

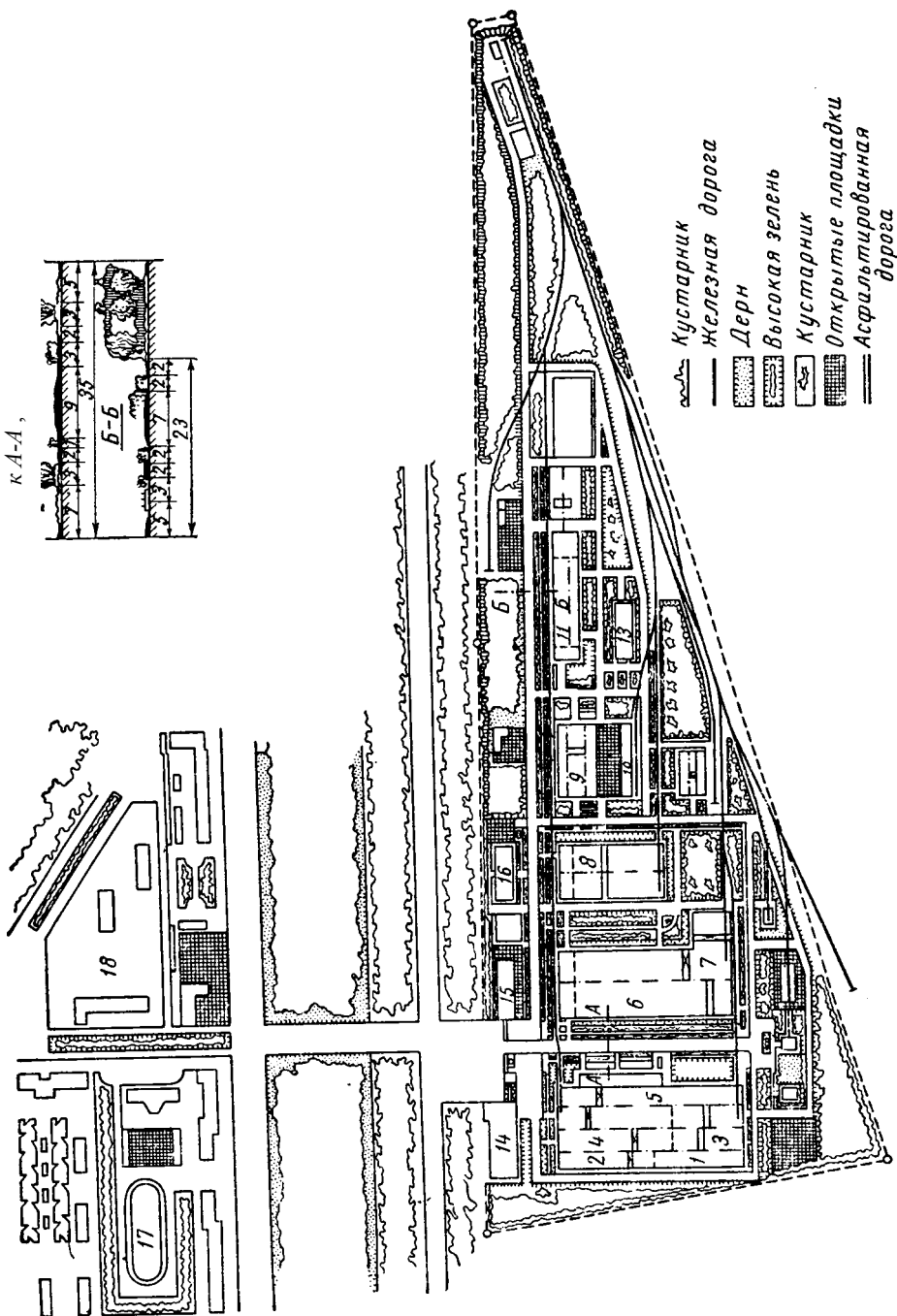


Рис. 25. Генеральный план машиностроительного завода:

1 — инструментальный цех; 2 — ремонтно-механический цех; 3 — сборочный цех; 4 — механический цех; 5 — трубонарезной цех; 6 — кузнечный цех; 7 — склад металла; 8 — цех металлических конструкций; 9 — литейный цех; 10 — склад шихты; 11 — деревообрабатывающий цех; 12 — модельно-столярный цех; 13 — склад моделей; 14 — главная контора; 15 — охрана и медицинский пункт; 16 — лаборатория; 17 — спортивная площадка; 18 — жилые дома

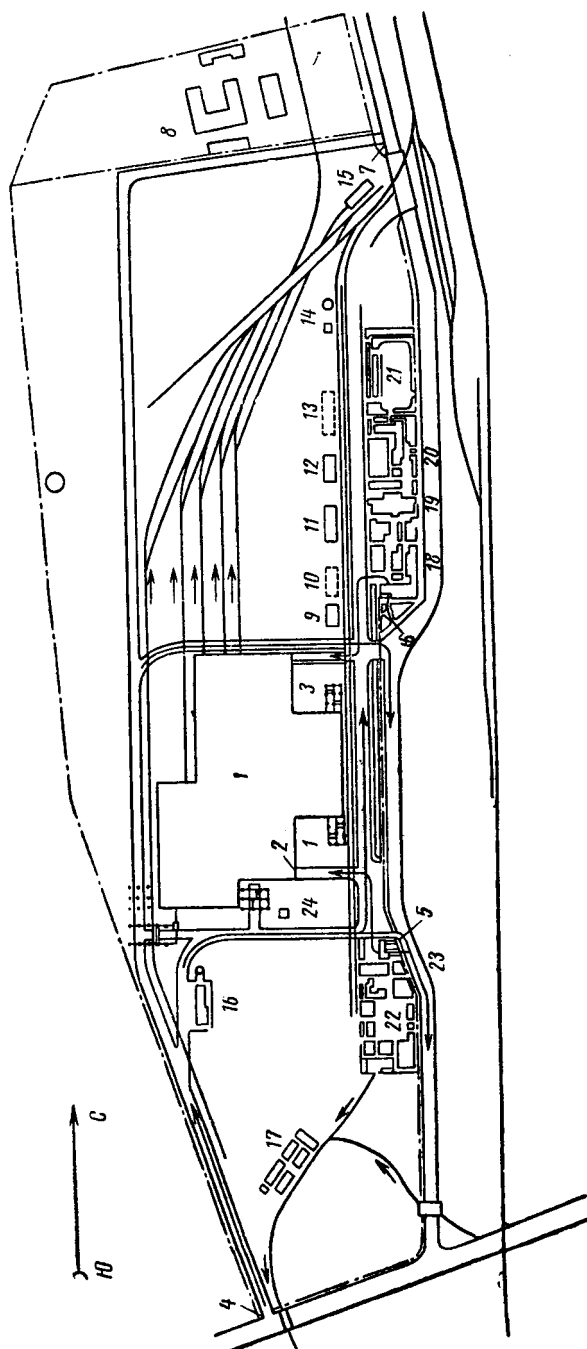


Рис. 27. Генеральный план завода грузоподъемного и транспортного машиностроения:

1 — главное здание завода; 2 — первый главный вход; 3 — второй главный вход; 4 — ворота № 1; 5 — ворота № 2; 6 — ворота № 3; 7 — ворота № 4; 8 — участок инструментального завода; 9 — котельная; 10 — склад топлива; 11 — склад моделей; 12 — модельная мастерская; 13 — лесной склад; 14 — склад огнеопасных материалов; 15 — депо; 16 — гараж; 17 — биологическая станция; 18 — главная контора; 19 — столовая; 20 — заводская школа; 21 — спортивная площадка; 22 — жилые дома; 23 — проходная; 24 — генераторная

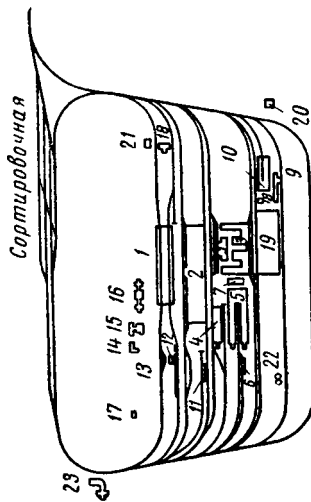
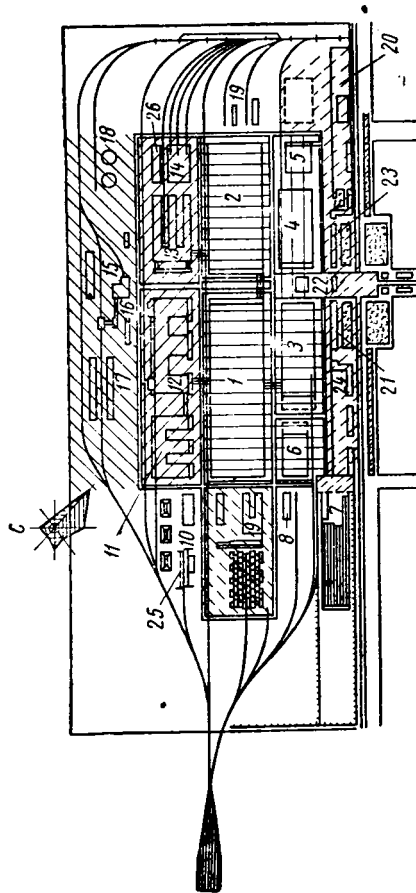


Рис. 28. Генеральный план автомобильного завода:

1 — прессовый цех; 2 — механический и сборочный цех; 3 — литейный цех; 4 — рессорный цех; 5 — кузнечный цех; 6 — склад материалов; 7 — склад поковки; 8 — склад моделей; 9 — деревообрабатывающий цех; 10 — склад древесины; 11 — главный магазин; 12 — ремонтно-механический цех; 13 — кузнечная ремонтная; 14 — проходная контора; 15 — главная контора и лаборатория; 16 — столовая; 17 — хозяйственный отдел; 18 — травильная; 19 — склад; 20 — склад красок; 21 — вагонная станция; 22 — баки для нефти; 23 — заводская школа



Энергетические устройства
Заготовительные (горячие) цехи
Обрабатывающие (холодные) цехи
Вспомогательные цехи
Деревообрабатывающие цехи
Общезаводские устройства

Рис. 29. Генеральный план автомобильного завода с обозначением распределения территории завода на зоны:

1 — цех шасси и главный сборочный конвейер; 2 — моторный цех; 3 — прессово-кузнечный цех; 4 — инструментальный цех; 5 — ремонтные цехи; 6 — экспериментальный цех; 7 — экспедиция и склад готовой продукции; 8 — главный магазин; 9 — деревообрабатывающий цех; 10 — модельный цех; 11 — литейный цех; 12 — кузнечный цех; 13 — склад чугуна и цветного металла; 14 — литейный цех серого чугуна; 15 — ТЭЦ; 16 — газогенераторная станция; 17 — склад углей; 18 — склад металлолома; 19 — склад масла и химикатов; 20 — гараж; 21 — главная контора (заводоуправление); 22 — проходная контора; 23 — лаборатория; 24 — столовая; 25 — скрапразделочная; 26 — пружинорессорный цех

8) отсутствие неиспользованных площадей и их необоснованных резервов на территории завода;

9) правильно выбранная в соответствии с характером производства этажность зданий.

Чем лучше участок, тем легче выполнять все эти условия и требования и тем совершеннее будет генеральный план завода.

Особенно сложна задача, когда приходится разрабатывать генеральный план завода не на вновь отведенном участке, а на старом, т. е. при реконструкции и расширении действующего завода.

Сложность задачи состоит в том, что при условии максимального сохранения и использования малоизношенных старых зданий необходимо разработать рациональный генеральный план, в наибольшей степени удовлетворяющий современным требованиям.

Если при решении этой задачи не представляется возможным удовлетворить все требования, предъявляемые в настоящее время к генеральному плану, то каждый раз необходимо решать, какие из них выгоднее выполнить и от каких отказаться в целях наиболее рационального решения всего вопроса в целом.

На рис. 22 и 23 показаны профили улиц, а на рис. 24 — разрез покрытия дороги на машиностроительных заводах.

На рис. 25—29 приведены варианты генеральных планов, разработанных для заводов различных отраслей машиностроения.

ГЛАВА III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ И ИХ СОСТАВ

Механические цехи машиностроительных заводов имеют различный характер в зависимости от вида изготавливаемых изделий, их конструкции и веса, вида (типа) производства, особенностей технологического процесса и оборудования. Поэтому для целей проектирования (а также и производства) их целесообразно классифицировать по наиболее характерным признакам.

В основу предлагаемой классификации механических цехов положены следующие признаки (табл. 2):

- 1) характер конструкции и вес изделий, определяющие разделение цехов на четыре класса;
- 2) вид (тип) производства и характер технологического процесса, оборудования и приспособлений, являющиеся основанием для распределения цехов каждого класса на группы;
- 3) размер цеха, характеризуемый условным количеством металлорежущих станков.

К классу I отнесены цехи, изготавливающие изделия легкого машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей до 100 кг (наименования этих изделий указаны в табл. 2).

К классу II отнесены цехи, изготавливающие изделия среднего машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей до 2000 кг.

В класс III входят цехи, изготавливающие изделия тяжелого машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей до 15 000 кг.

К классу IV отнесены цехи, изготавливающие изделия особо тяжелого машиностроения с черным весом обрабатываемых деталей свыше 15 000 кг.

Кроме признаков, служащих основанием для отнесения цехов каждого класса к той или иной группе, каждая группа цехов характеризуется особенностями отдельных факторов производства.

В состав механических цехов входят: 1) производственные отделения и участки; 2) вспомогательные отделения; 3) служебные помещения; 4) бытовые помещения; 5) помещения общественных организаций.

Состав производственных отделений и участков цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

Производственные отделения и участки служат для размещения оборудования и рабочих мест, необходимых для выполнения технологического процесса обработки деталей и в некоторых случаях — для сборки узлов изделий.

К вспомогательным отделениям цеха относятся мастерские вспомогательного характера (заготовительные, заточные, ремонтные и др.), контрольные отделения, складские помещения для основных материалов, заготовок, деталей, вспомогательных материалов.

00

$$\begin{array}{r} 3 \\ 3 \\ 03 \\ \hline U \end{array}$$

О
О
Ю

О
В *

О
О
С М

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \text{O} \\ \text{O} \\ \text{C M} \\ \text{O} \end{array}$$

СО
И

я ü > *
о ъ ^ *s
Ш ш са. я g5 X5 1
л о я 35 3
bS t.»

O
Ci

$$e^*$$
$$\mathbf{0}_3$$

•5
2
4

2 6 „ - с и я ч ш
 $\leq 2^* 0$ со = : g f x s « «
 $\hat{u}^* 2^* x (S^* V)$ o > , o 6 H
 13, и и в з ч я в

S

a	3
a	3

$$\begin{array}{c} \mathbf{O} \\ \mathbf{O} \\ \mathbf{C} \text{ M} \\ \mathbf{O} \\ = \mathbf{i} \\ \mathbf{O} \\ \mathbf{O} \end{array}$$

3
2
Q

O
 Ю
 С М
 Ф
 3
 3
 DE
 11

c

S , c S
 S , S ' g X u
 I в - о я я 2 я х
 а i ® # а
 S д я Т в S ч 5 £
 ^ л 5 К S У 2 (U < y S
 н и 3 с в 3 £ Ф н

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & & & \text{O} \\ & & & & & & \text{CO} \\ & & & & & & \text{H} \quad * \text{S} \\ \text{O} \leftarrow & \text{OH} & & \text{K} & \text{o} & & \text{O} \\ \text{ч} & \text{3} & & & & & \text{X} \\ \text{с} & \text{X} & & & & & \text{2} = \Gamma \\ >> \text{H} & \text{я} & \text{а} > & \text{А} & \text{4} & \text{5 д с о,} \\ & & & & & & \text{(G i)} \\ & & & & & & \text{4 f i o f i) K o o d} \\ & & & & & & \text{XXXXXS>0;C0} \end{array}$$

Ф . 350⁰ Я « > я * ѓ я
S * â Oh'S KC Ф S E §
Ф о § S « s E L °
sx < t f e = t (i r a S i r ”
Фя t : o X O X t o т л л
я ч c n i a a ^ a S

TO
4». *
S S g
Y Я g g
Q W 5
p i C
Φ co c 3 3
co co S
Φ co 3

h^o * C^o H^o e S
» X < >
c^o S^o 3: 60 S
S^o я ет Ф
O^o M S &
S^o S^o o

X э 2 co X X Ф co c- ca
H SI O
8 > 3 X X CO - X.
S S
Ф ф
S S
co S H S
45 o s « H я *
^ 5 2 c 3
2 ca Ei S i- co S
co 3 pa Q H O S
H H O S

§ 3

К Ф X
Я Ч. с о
с-Ф «
О М
сСя
5 О Н

Ф
•9-e
•0*3
s X
=φ^{cc}

ТО

Si //
ca 2
co. cu СБ Ф

[illegible]

et

я s m и з >
ь О ч s
Set: О « О ч
с — ю о
ч Я S Б й о
с к о
> ь S Я
Ф С i а >
о б и k o g
s * c o

$$\begin{array}{ccccccc} Q & S & \epsilon & & I & g & \\ * & t & k & o & 9 & o & \\ X & O & U & u & < & & ш \\ \Phi & \Phi & & c & i & J & \end{array}$$

ВМИХЭИЁЭХНВЁВХ

Продолжение табл.

[illegible]

К служебным помещениям относятся помещения для технической части цеха и для административно-технического персонала.

Бытовые помещения служат для размещения гардеробных, уборных, умывальных, душевых, медицинских пунктов первой помощи, буфетов, курительных и пр.

§ 2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин имеет цель — установить наиболее рациональный и экономичный способ обработки. При этом, как отмечалось выше, обработка деталей на металлорежущих станках должна обеспечить выполнение требований, предъявляемых к точности и чистоте обрабатываемых поверхностей, взаимному расположению осей и поверхностей, правильности контуров и форм и т. д. Таким образом, спроектированный технологический процесс механической обработки деталей должен при его осуществлении обеспечить выполнение требований, обуславливающих нормальную работу собранной машины.

При проектировании технологических процессов изготовления деталей машин необходимо учитывать основные направления в современной технологии машиностроения, которые в основном сводятся к следующему*:

1. Возможно большее сокращение обработки металлов резанием, что достигается путем изготовления заготовок деталей машин, приближающихся по форме, размерам и качеству поверхности к готовым деталям. Такие заготовки обеспечивают повышение технико-экономической эффективности: уменьшается расход металла вследствие уменьшения припусков, снижается трудоемкость механической обработки и потребность в металлорежущем инструменте и станках, уменьшается себестоимость изготовления деталей и машин.

Более точные отливки для деталей получают путем применения литья в постоянные и в оболочковые формы, литья центробежным способом, литья под давлением, по выплавляемым моделям.

Значительное уменьшение припусков и объема механической обработки достигается также при изготовлении заготовок путем штампования, чеканкой и калиброванием на мощных кузнечно-прессовых и ковочных машинах, прокаткой сложных фасонных профилей и профилей периодического сечения и пр.

Часть таких точных отливок и штамповок иногда не нуждается в механической обработке или они подвергаются механической обработке только для выполнения отделочных операций.

Метод порошковой металлургии также дает возможность получить точные заготовки.

2. Применение для механической обработки высокопроизводительного автоматизированного оборудования, агрегатных и многопозиционных станков; применение твердосплавного, металлокерамического и алмазного инструмента, быстродействующих приспособлений (с гидравлическими, пневматическими, пневмогидравлическими, электрическими зажимными устройствами); применение оптимальных режимов резания металла, возможно большее сокращение вспомогательного времени путем использования автоматических устройств для загрузки деталями станков и разгрузки станков после обработки деталей; применение новых, более производительных методов обработки.

3. Изготовление деталей с высокой точностью формы и размеров, с высоким качеством поверхности после обработки, получение точности сопряжений деталей с целью достижения наибольшей надежности, прочности и долговечности изготавливаемых машин.

* Подробнее см.: М. Е. Егоров, В. И. Дементьев и др. *Технология машиностроения*. М., «Высшая школа», 1965.

4. Применение упрочняющей технологии механическими (например, дробеструйная обработка) или термохимическими (например, азотирование) способами.

5. Концентрация значительного количества операций на одном станке для одновременной обработки нескольких поверхностей большим количеством инструментов, с высокими режимами резания и автоматизацией различных вспомогательных действий. Такой метод обработки, все шире применяемый в массовом и крупносерийном производстве, требует использования станков все большей мощности; применение металлорежущих станков большой мощности вызывается также увеличением габаритов обрабатываемых деталей.

6. Применение агрегатных станков, скомпонованных из стандартных самодействующих силовых головок, высокопроизводительных многопозиционных автоматов и полуавтоматов, скомпонованных из стандартных унифицированных узлов, строящихся по принципу высокой концентрации операций.

7. Все большее применение находят переносные агрегатные станки для обработки крупных деталей весом более 15 т в тяжелом машиностроении (для прокатных станов, мощных прессов, гидротурбин большой мощности и пр.).

8. Все более широкое применение поточного метода не только в массовом производстве, где он применяется с давних пор (тракторо- и автомобилестроение, производство швейных машин, велосипедов и т. д.), но и в крупносерийном и серийном производстве (станкостроение, электромашиностроение, транспортное, текстильное машиностроение и проч.).

9. Автоматизация технологических процессов холодной и горячей обработки деталей и сборки изделий — автоматические линии; комплексная автоматизация всех процессов производства изделий с полным законченным циклом — автоматические цехи, заводы.

10. Применение электрофизических и электрохимических способов размерной обработки материалов, предназначенных главным образом для отраслей новой техники, где широко применяются жаропрочные, нержавеющие, магнитные и другие высоколегированные стали и твердые сплавы, полупроводники, рубины, алмазы, кварц, ферриты и другие материалы, обработка которых обычными механическими способами затруднительна или часто невозможна. К числу электрофизических способов обработки относятся электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная и анодно-механическая.

Применение весьма перспективного лучевого способа обработки, используемого для разрезания материала, прошивания отверстий и других видов обработки, ультразвукового способа, дающего возможность обрабатывать твердые и хрупкие материалы.

§ 3. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

При проектировании механического цеха решаются в определенной последовательности следующие основные вопросы:

1. Разработка задания для проектирования цеха исходя из производственной программы завода, чертежей, описаний конструкций и технических условий на изготовление изделий.

2. Выбор вида заготовок (производится при проектировании технологических процессов); определение годовой потребности основных материалов, заготовок и полуфабрикатов, а также вспомогательных материалов. Оформление этих данных для проектирования литейных и кузнечных цехов и для организации службы материально-технического снабжения завода.

3. Проектирование технологических процессов механической обработ-

ки деталей машин, установление вида (типа) производства и разработка организационной формы выполнения этих процессов.

4. Выбор типов оборудования, выявление мощности и определение количества станков, потребного для выполнения заданной производственной программы, а также определение их загрузки.

5. Составление спецификации оборудования, приспособлений и инструментов с их характеристикой.

6. Определение общей потребности цеха в электроэнергии, газе, паре, сжатом воздухе, воде.

7. Определение необходимого рабочего состава и его численности.

8. Выбор типов и определение потребного количества цеховых транспортных средств и грузоподъемных устройств.

9. Разработка плана расположения оборудования в цехе и определение производственной площади.

10. Определение количества оборудования и площадей вспомогательных отделений, а также площадей служебных и бытовых помещений.

11. Компоновка всего цеха, определение основных размеров здания для цеха, выбор типа здания, увязка планировки цеха с генеральным планом.

12. Разработка схемы организации управления и технического руководства цеха.

13. Разработка экономической части проекта.

§ 4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

Основой для проектирования механических цехов является подетальная производственная программа цеха, составленная исходя из общей производственной программы завода с приложением чертежей (общих, узловых и деталей машин), спецификаций деталей, описаний конструкций и технических условий на изготовление деталей и изделий (содержание производственной программы завода и приложений указано в гл. I).

В подетальной производственной программе указываются наименования деталей, подлежащих обработке в данном цехе, их количество, вид материала, их вес — черный и чистый.

Если детали проходят обработку в нескольких цехах, составляются программа для каждого цеха (в виде ведомостей) и одна сводная ведомость, указывающая, какие детали и в каком количестве проходят через каждый цех. При составлении подетальных программ по цехам к общему количеству деталей на основную годовую программу прибавляются запасные детали, прилагаемые к выпускаемым машинам, а также поставляемые для обеспечения бесперебойной работы машин, находящихся в эксплуатации. Номенклатуру, комплекты и количество запасных деталей следует установить предварительно.

Иногда количество запасных деталей принимают в процентном отношении к основному их количеству.

Подетальная программа составляется по форме, приведенной в приложении 1.

Проектирование механических цехов ведется на основании точной, приведенной или условной производственной программы.

Производственная программа называется *точной*, когда номенклатура всех подлежащих изготовлению изделий и их деталей (включая и запасные части) точно установлена и обеспечена рабочими чертежами, спецификациями и техническими условиями.

Проектирование по точной программе предусматривает подробную разработку технологических процессов изготовления каждой детали с составлением подетальных технологических карт и нормированием времени обработки по операциям. Эта работа имеет весьма большой объем, требует много

времени, большого- количества исполнителей и значительной затраты средств. Поэтому такой способ проектирования целесообразно применять для цехов массового, крупносерийного и поточного производства, при проектировании которых требуется большая точность технологических расчетов.

При проектировании цехов мелко- и среднесерийного производства подробная разработка технологических процессов выполняется только для основных, наиболее характерных и сложных деталей машин. Для прочих, более простых и мелких деталей составляются операционные ведомости, намечающие общий ход (маршрут) технологических процессов обработки.

Проектирование по точной программе единичного производства является довольно редким, так как при этом виде производства точную номенклатуру изделий предусмотреть не всегда возможно. Даже при наличии точной программы для этого вида производства разрабатывать подробный технологический процесс на все детали нецелесообразно и весьма затруднительно из-за большого количества разнообразных деталей, изготавливаемых в единичных экземплярах. В этом случае все детали следует разбить на группы, схожие по характеру обработки и близкие по весу. Из каждой такой группы следует выбрать наиболее характерную деталь, являющуюся «представителем» данной группы; достаточно разработать технологический процесс для этих представителей групп и полученные данные распространить на все детали соответствующей группы.

При проектировании не всегда представляется возможным иметь точную программу, которая устанавливает точную номенклатуру изделий, подлежащих изготовлению, и к которой прилагаются технические условия, чертежи и спецификации на все детали этих изделий. Часто полные данные имеются лишь по основным типовым изделиям (машинам), а по остальным — только общие, не детальные сведения. Может быть также, что производственная программа включает в себя большую номенклатуру изделий и нет возможности (а иногда и нецелесообразно ввиду схожести конструкции) разрабатывать технологические процессы на все детали всех изделий. В этом случае проектирование ведут по типовым изделиям (машинам), по так называемой приведенной программе.

Производственная программа называется *приведенной*, когда все подлежащие изготовлению изделия условно приводятся к нескольким типовым машинам, являющимся наиболее характерными для каждой группы машин.

Проектирование по приведенной программе (по типовым машинам) применяется при обширной и разнообразной номенклатуре подлежащих изготовлению изделий, а также когда полные данные (чертежи, спецификации, описания, технические условия) имеются лишь по основным типовым изделиям программы, а по всем остальным имеются только общие сведения.

Приведенной программой пользуются преимущественно для проектирования цехов мелко- и среднесерийного, а также единичного производства.

Для построения приведенной программы заданную цеху номенклатуру изделий разбивают на группы, в каждую из которых входят изделия, наиболее схожие по конструкции и технологии, причем каждая группа представляется одной типовой машиной, характерной для данной группы и являющейся расчетным представителем для всех машин данной группы. Для определения трудоемкости каждой машины, входящей в ту или иную группу, пользуются *коэффициентом приведения*, определяющим соотношение трудоемкости расчетной машины и каждой машины данной группы.

При определении коэффициента приведения учитываются различия в весе, серийности и сложности машины, выражаемые отдельными коэффициентами (соответственно $\&_в$, $\&_{сер}$, $\&_{сл}$), на основании которых выводится общий коэффициент приведения

$$B_0 = \wedge_{сер} \wedge_{сл} \quad (O)$$

Коэффициент*, учитывающий различие в весе машин, определяется по формуле

$$b_{\text{сер}} = \frac{G_{\text{сер}}}{G_{\text{пр}}}$$

где $G_{\text{сер}}$ — вес приводимой машины;
 $G_{\text{пр}}$ — вес машины — расчетного представителя.

Эта формула применяется для определения соотношения времени на механическую обработку двух сравниваемых геометрически подобных деталей (по закону полукубической параболы) [см. формулу (43) гл. III, § 11]. При реальном проектировании она часто используется и для укрупненного определения коэффициента K применительно к целым ма-

шинами. Коэффициент $b_{\text{сер}}$, учитывающий различие в серийности, определяется главным образом применением более совершенной и производительной технологической операции. Он определяется $b_{\text{сер}} = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{сер}}}$ в зависимости от соотношения количества штук по годовой программе машиностроения — расчетного представителя к количеству штук по годовой программе приводимой машины $N_{\text{пр}}$, т. е. в зависимости от соотношения —

Практически проектные организации пользуются следующими коэффициентами $b_{\text{сер}}$ при различных соотношениях

$N_{\text{пр}} / N_{\text{сер}}$	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0
$b_{\text{сер}}$	0,97	1,00	1,12	1,17	1,25	1,31	1,37	1,45	1,5

Примечание. Более точные результаты получаются при соотношениях $N_{\text{пр}} / N_{\text{сер}} < 10$.

Коэффициент, учитывающий различие в сложности машин $b_{\text{сл}}$, принимается проектирующими организациями на основании практического опыта в данной отрасли машиностроения; обычно его принимают равным единице, т. е. подбирают машины в группы одинаковой сложности.

Проектирование механических цехов по приведенной программе можно вести в следующих вариантах:

1. Для каждой расчетной машины разрабатывают технологические процессы с составлением технологических карт и нормированием времени обработки по операциям на основные характерные и сложные детали, а на прочие — операционные ведомости, указывающие общий ход (маршрут) технологического процесса. Результаты подобных разработок распространяют на детали всех машин, входящих в данную группу, пользуясь коэффициентом приведения.

2. При большой и разнообразной номенклатуре машин, включенных в производственную программу, все детали машин разбивают на группы по признаку конструктивного, размерного (весового) и технологического сходства (группа плит, рам, станин, группа осей и валов, группа шкивов, маховиков, муфт и т. д.).

В каждой группе выбирают одну-две или, лучше, три детали представителя (малую, среднюю и большую), для которых разрабатывают технологические процессы с составлением технологических карт и нормированием времени обработки по операциям; результаты этих разработок распространяют на все детали группы.

Нормы времени на обработку деталей промежуточных размеров определяют методом сравнения. Поскольку величины этого времени находятся

неточностей ^{мало*} средней и большой деталей, значительных
 м! времени обработки деталей промежуточных размеров не
 уд. Можно также по данным времени на обработку трех деталей _____ пред-
 ставителей (малой, средней и большой) по-^{роить}%%ики времен/на
 В зависимости от размера (или веса) деталей, и тогда время обра-
 д талей промежуточных размеров с достаточной точностью опреде-
 ляется по этим графикам (подробнее об этом способе определения нормы
 времени на обработку см. гл. III, § 5, п. Л.). нормы

При проектировании по приведенной программе единичного производ-
 ства следует применять еще большее обобщение. Здесь также все детали —
 представители групп машин разбиваются на группы, включающие сходные

п^п £ 6 И близкие по весу Детали. На представителей этих групп
 разрабатываются не технологические карты, а только операционные ведо-
 юсти, определяющие общий ход (маршрут) технологического процесса с
 указанием оборудования, инструмента и общей затраты времени на опера-
 ции; полученные результаты распространяются на все детали группы.

при проектировании единичного производства с обширной номенкла-
 турой разработка технологических процессов на все детали нецелесообраз-
 на; в этом случае дается только описание его основных принципов.

При проектировании по условной программе также выбирают предста-
 вителя — условную машину, для которой и ведется технологическое про-
 ектирование, и все расчеты без применения коэффициента приведения рас-
 пространяются на все машины, включенные в годовую программу.

§ 5. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

А. Производственный и технологический процессы

В числе основных вопросов, подлежащих разрешению при проекти-
 ровании механических цехов (а также в производстве), весьма важным
 и в то же время наиболее трудоемким является проектирование (разработ-
 ка) технологических процессов изготовления деталей изделий (машины)
 и установление организационных форм выполнения этих процессов.

Иод технологическим процессом понимают последовательное измене-
 ние формы, размеров, свойств материала или полуфабриката в целях по-
 лучения детали или изделия в соответствии с заданными техническими
 требованиями.

Технологический процесс механической обработки деталей является
 одним из этапов общего производственного процесса изготовления всей
 машины (изделия).

Под производственным процессом понимают совокупность отдельных
 процессов, осуществляемых для получения из материалов и полуфабри-
 катов готовых машин (изделий).

В производственный процесс входят не только основные, т. е. непосред-
 ственно связанные с изготовлением деталей и сборкой из них машин, но и
 все вспомогательные процессы, обеспечивающие возможность изготовления
 продукции (например, транспортирование материалов и деталей, контроль
 деталей, изготовление приспособлений и инструмента, заточка инструмен-
 та в процессе обработки деталей и т. д.).

Производственный процесс разделяется на следующие этапы:

1) изготовление заготовок деталей — литье,ковка, штамповка или
 первичная обработка из прокатного материала;

2) обработка заготовок на металлорежущих станках для получения
 деталей с окончательными размерами и формами;

3) сборка узлов и агрегатов (или механизмов), т. е. соединение от-
 дельных деталей в узлы и узлов — в агрегаты (или механизмы); в единич-
 ном (индивидуальном) производстве применяются слесарная обработка
 и пригонка деталей к месту постановки при сборке; а в массовом и крупно-

серийном **не** применяются, так как благодаря использованию предельных калибров при обработке на металлорежущих станках достигается взаимозаменяемость деталей; в серийном производстве эти работы выполняются в незначительном объеме;

4) окончательная сборка всей машины (изделия);

5) регулирование и испытание машины;

6) окраска и отделка машины. Окраска состоит из нескольких операций, выполняемых на разных этапах технологического процесса: например, шпаклевка, грунтовка и первая окраска отливок, окраска обработанных деталей, окончательная окраска всей машины.

После выполнения каждого этапа производственного процесса осуществляется соответствующий контроль продукции с целью проверки ее соответствия требованиям технических условий, предъявляемым к продукции на данном этапе процесса для обеспечения должного качества готовой машины (изделия).

При выполнении технологического процесса на протяжении каждого этапа контроль за правильностью изготовления деталей и изделия осуществляется по отдельным операциям.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин имеет целью установить наиболее рациональный и экономичный способ обработки. Для этого надо учитывать основные направления в современной технологии машиностроения, изложенные выше.

Б. Основные факторы, влияющие на характер технологического процесса. Основные требования к технологическому процессу механической обработки

На характер технологического процесса механической обработки влияют следующие основные факторы:

- а) размер производственной программы в зависимости от типа производства и организационных форм выполнения технологического процесса;
- б) конструктивная форма, размеры и технологичность детали;
- в) род материала детали и его свойства;
- г) форма, размер и точность изготовления заготовки;
- д) требования к точности и качеству обработанной поверхности и другие требования по техническим условиям;
- е) характер используемого оборудования и технологической оснастки;
- ж) требования наибольшей экономичности и производительности производства.

Каждый из указанных факторов определяет те или иные особенности технологического процесса.

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции машины и соответствующих ее деталей.

При конструировании машины в целом и отдельных ее деталей необходимо достичь удовлетворения не только эксплуатационных требований к машине, но также и требований наиболее рационального и экономичного изготовления машины. В этом и состоит принцип технологичности конструкции.

Другими словами, степень соответствия конструкции машины требованиям ее производства определяет **технологичность машины и ее деталей**.

Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления машины, тем более она технологична. Таким образом, основными критериями оценки технологичности конструкции являются трудоемкость и себестоимость ее изготовления.

Технологичная конструкция машины и деталей должна предусматривать:

а) максимально широкое использование унифицированных узлов, стандартизованных и нормализованных деталей и элементов деталей;

б) возможно меньшее количество деталей оригинальной, сложной конструкции и различных наименований и возможно большую повторяемость одноименных деталей;

в) создание деталей наиболее рациональной формы с легкодоступными для обработки поверхностями и достаточной жесткости с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости механической обработки деталей и изготовления всей машины (необходимая жесткость деталей позволяет обрабатывать их на станках с наиболее производительными режимами резания);

г) наличие на деталях удобных базирующих поверхностей или возможность создания вспомогательных (технологических) баз в виде бобышек поясков и т. д.;

д) наиболее рациональный способ получения заготовок для деталей (отливок, штамповок, из проката) с размерами и формами, возможно более близкими к готовым деталям, т. е. обеспечивающими наиболее высокий коэффициент использования материала и наименьшую трудоемкость механической обработки;

е) полное устранение или возможно меньшее применение слесарно-пригоночных работ при сборке путем изготовления взаимозаменяемых деталей, применения деталей-компенсаторов и механизации сборочных работ;

ж) упрощение сборки и возможность выполнения параллельной во времени и пространстве сборки отдельных узлов машины.

Технологичность конструкции заготовок деталей должна иметь в виду не только максимальную рационализацию механической обработки, но и упрощение процессов изготовления самих заготовок.

Общая технологичность конструкции машины может быть оценена следующими показателями:

1) трудоемкость конструкции, т. е. время, затрачиваемое на изготовление детали, узла, целой машины (полностью или на какой-либо вид обработки);²

2) коэффициент использования металла при изготовлении конструкции (детали, узла, машины);

3) степень использования стандартизованных и нормализованных деталей и узлов;

4) процентное отношение количества деталей оригинальной и сложной конструкции к общему количеству деталей в машине;

5) степень использования деталей и узлов предшествующих разновидностей конструкции машины и аналогичных машин;

6) коэффициент повторяемости одноименных деталей;

7) себестоимость изготовления (основная заработная плата производственных рабочих и накладные расходы) детали, узла, целой машины (полностью или для какого-либо вида обработки);

8) себестоимость конструкции — детали, узла, машины.

Основные требования, предъявляемые к технологическому процессу механической обработки, заключаются в том, чтобы процесс обработки протекал при соответствующей рациональной организационной форме, с **правильным и наиболее** полным использованием всех технических возможностей станка, инструмента и приспособлений при оптимальных режимах резания металла, допускаемых на данном станке, наименьшей затрате времени и наименьшей себестоимости обработки.

Использование станка должно быть наиболее полным по времени, производительности и мощности.

Для лучшего использования станка по времени необходимо стремиться к тому, чтобы станок работал по возможности непрерывно, без остановок для вспомогательных действий, без простоев по каким-либо причинам и

при наиболее выгодных режимах резания (скорости резания, подаче, глубине резания).

Для полного использования производительности станка необходимо, с одной стороны, выбирать станок, обладающий производительностью, соответствующей размеру производственной программы, и, с другой стороны, необходимо своевременно обеспечивать его достаточным количеством заготовок.

Для полного использования мощности станка необходимо выбирать его в соответствии с габаритными размерами обрабатываемой детали и работать с такими режимами резания, чтобы мощность на резце, затрачиваемая для снятия стружки, с учетом коэффициента полезного действия станка максимально приближалась к мощности установленного на станке электродвигателя. Особенно необходимо добиваться более полного использования мощности станка, исходя из которой и рассчитывается его конструкция, при обдирочных работах. При чистовой, отделочной обработке это требование не всегда удастся выполнить, так как выбор элементов режима резания находится в зависимости от необходимой степени точности и класса чистоты обрабатываемой поверхности.

Обработка деталей на механических станках должна обеспечить выполнение требований, предъявляемых к ним в отношении точности и чистоты поверхностей, взаимного расположения осей и поверхностей, правильности контуров и т. д. Технологический процесс обработки деталей должен состояться и выполняться таким образом, чтобы удовлетворялись требования, обеспечивающие правильную работу собранной машины.

Для достижения наиболее полного использования оборудования, наибольшей производительности труда, всех технических возможностей станка, инструмента и приспособлений необходимо сосредоточить особое внимание на рациональной организации рабочего места, которая должна обеспечить непрерывность работы станка, т. е. должны быть устранены всякого рода задержки и потери времени из-за лишних движений и хождения, из-за несвоевременной подачи материала, инструмента, приспособлений, несвоевременного ремонта.

Рациональная организация рабочего места предусматривает надлежащую предварительную подготовку работы и рабочего места, своевременное и четкое обслуживание его в процессе работы и наиболее рациональную планировку его (т. е. взаимное расположение рабочего, станка, инструмента, приспособлений, заготовок, готовых деталей).

В. Основные вопросы технологического процесса механической обработки

Проектирование технологического процесса механической обработки деталей включает решение следующих основных вопросов:

1) установление вида (типа) производства и организационной формы выполнения технологического процесса механической обработки деталей машины;

2) определение размера партии деталей, запускаемых в производство одновременно, для серийного производства, и определение величины такта выпуска деталей — для поточного производства;

3) выбор вида заготовок и определение их размеров;

4) установление плана и методов механической обработки поверхностей деталей с указанием последовательности технологических операций;

5) выбор типов и определение технических характеристик станочного оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента, а также определение их количества, потребного для выполнения намеченной обработки;

6) определение размеров обрабатываемых поверхностей деталей;

- 7) определение режимов резания металла на выбранных станках по каждой операции;
- 8) определение нормы времени на обработку по каждой операции;
- 9) определение квалификации работы;
- 10) оценка технико-экономической эффективности спроектированного технологического процесса;
- 11) оформление документации технологического процесса.

Для серийного и массового производства технологические процессы изготовления отдельных деталей разрабатываются подробно, с освещением всех указанных факторов и составлением технологических карт, в которых фиксируются все необходимые сведения по вышеперечисленным вопросам. В единичном производстве технологические процессы так подробно не разрабатываются; здесь составляется только схематический план процесса обработки — маршрут операций с указанием последовательности операций, оборудования, приспособлений и инструмента (режущего и измерительного) и приближенного суммарного времени, потребного на обработку. Все эти данные фиксируются в операционных ведомостях.

Некоторые из указанных вопросов, составляющих содержание технологического процесса механической обработки деталей, подробно рассматриваются в курсе «Технология машиностроения» и других смежных с ним курсах: «Учение о резании металлов», «Металлорежущие станки», «Металлорежущие инструменты», «Организация производства».

Здесь далее рассматриваются в том же порядке вышеуказанные вопросы технологического процесса механической обработки, главным образом в отношении того, в каком направлении и объеме они должны быть разработаны при проектировании механического цеха.

Г. Виды (типы) производства, характеристика технологических процессов и организационные формы выполнения технологических процессов механической обработки

В зависимости от размера производственной программы, характера продукции, а также технических и экономических условий осуществления производственного процесса все разнообразные производства условно делятся на три основных вида: единичное (индивидуальное), серийное и массовое. У каждого из этих видов производственный и технологический процессы имеют свои характерные особенности и каждому из них свойственна определенная форма организации работы.

Необходимо отметить, что на одном и том же предприятии и даже в одном и том же цехе могут существовать различные виды производства, т. е. отдельные изделия или детали могут изготавливаться на заводе или в цехе по разным технологическим принципам: технология изготовления одних деталей соответствует единичному производству, а других — массовому, или одних — массовому, а других — серийному и т. п. Так, например, в тяжелом машиностроении, имеющем характер единичного производства, мелкие детали, требующиеся в большом количестве, могут изготавливаться по принципу серийного и даже массового производства.

Таким образом, характеризовать производство всего завода или цеха в целом можно только по преимущественному признаку производственных и технологических процессов.

Производство относят к тому или другому виду (типу) условно, по количеству обрабатываемых в год деталей одного наименования и типа-размера, пользуясь табл. 3.

Вид производства и соответствующие ему формы организации работы определяют характер технологического процесса и его построение. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки деталей, необходимо исходя из заданной

Характеристика видов (типов) производства

Вид (тип) производства	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера		
	крупных (тяжелых)	средних	малых (легких)
Единичное (индивидуальное)	До 5	До 10	До 100
Серийное	Свыше 5 до 1000	Свыше 10 до 5000	Свыше 100 до 50 000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50 000

производственной программы (с учетом запасных частей) и характера подлежащих обработке деталей установить вид производства — единичное, серийное, массовое и соответствующую ему организационную форму выполнения технологического процесса.

Единичным (индивидуальным) называется такое производство, при котором изделия изготавливаются единичными экземплярами, разнообразными по конструкции или размерам, причем повторяемость этих изделий редка или совсем отсутствует.

Единичное производство универсально, т. е. охватывает разнообразные типы изделий, поэтому оно должно быть очень гибким, другими словами — приспособленным к выполнению разнообразных заданий. Для этого завод должен располагать комплектом универсального оборудования, обеспечивающим изготовление изделий сравнительно широкой номенклатуры. Этот комплект оборудования должен быть подобран таким образом, чтобы, с одной стороны, можно было применять различные виды обработки, а с другой — чтобы количественное соотношение отдельных видов оборудования гарантировало определенную пропускную способность завода.

Технологический процесс изготовления деталей при этом виде производства имеет уплотненный характер: на одном станке выполняются несколько операций и часто производится полная обработка деталей разнообразных конструкций и из различных материалов. Поскольку работы, выполняемые на одном станке, разнохарактерны и каждый раз для новой работы неизбежна подготовка и наладка станка, основное (технологическое) время в общей структуре нормы времени невелико.

Приспособления для обработки деталей на станках имеют здесь универсальный характер, т. е. могут быть использованы в разнообразных случаях, например тиски для крепления деталей, угольники, прихваты и т. п. Специальные приспособления не применяются или применяются редко, так как значительные затраты на их изготовление экономически не оправдываются.

Необходимый при этом виде производства режущий инструмент также должен быть универсальным (стандартные сверла, развертки, фрезы, резцы обычных типов и т. п.), так как из-за разнообразия обрабатываемых деталей применение специального инструмента экономически нецелесообразно.

Равным образом и измерительный инструмент, употребляемый при обработке деталей, должен быть универсальным, т. е. он должен позволять измерять детали разнообразных размеров; в этом случае широко применяются штангенциркули, микрометры, нутромеры, штихмасы, индикаторы и другие универсальные измерительные средства.

Разнохарактерность изготавливаемых изделий, неравномерность по времени поступления в производство более или менее сходных конструкций, различие требований, предъявляемых к изделию в отношении точности обработки деталей и качеству обрабатываемых поверхностей, необходимость

выполнения различных операций на универсальном оборудовании — все это требует особых условий для успешной работы цехов и всего завода, характерных для единичного производства.

Эти условия требуют: наличия планово-распределительного отдела с достаточно квалифицированным персоналом, способным быстро перестраивать работу цехов и приспособлять имеющиеся средства производства к выполнению разнохарактерной продукции; запаса разнообразных материалов и больших складских помещений для хранения их; квалифицированных рабочих и технического персонала с достаточно универсальными знаниями и опытом в различных отраслях машиностроения.

Указанные особенности этого вида производства обуславливают относительно высокую себестоимость выпускаемых изделий. Увеличение потребности в данной продукции с одновременным уменьшением ее номенклатуры и стабилизацией конструкций изделий создает возможность перехода от единичного производства к серийному.

Единичное производство существует в тяжелом машиностроении, на судостроительных верфях, на предприятиях, выпускающих сложное оборудование для химических заводов, в ремонтных и инструментальных цехах и т. п.

Серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Серийным называется такое производство, при котором изготовление изделий производится партиями или сериями, состоящими из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии (серии) целиком как в обработке деталей, так и в сборке.

Понятие «партия» относится к количеству деталей, а понятие «серия» — к количеству машин, запускаемых в производство одновременно. Количество деталей в партии и количество машин в серии могут быть различными.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости их изготовления, частоты повторяемости серий в течение года различают производство мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Такое подразделение является условным для разных отраслей машиностроения: при одном и том же количестве машин в серии, но различных размеров, сложности и трудоемкости производство может быть отнесено к разным видам.

Так, например, производство мелких нефтяных двигателей мощностью 5 10 л. с. при величине серии 70 шт. следует отнести к среднесерийному, а производство крупных нефтяных двигателей мощностью 500—1000 л. с. при той же величине серии — к крупносерийному, так как размеры и трудоемкость изготовления деталей этих двигателей значительно выше предыдущих.

В качестве ориентировочного деления серийного производства на три вида — мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное — в зависимости от количества машины (детали) в серии (партии), запускаемых в производство одновременно, их размеров и трудоемкости изготовления можно принять следующее:

	Количество машин в серии:		
	крупных	средних	малых
Мелкосерийное производство.....	3—10	5—25	10—50
Среднесерийное	11—50	26—200	51—500
Крупносерийное	свыше 50	свыше 200	свыше 500

В серийном производстве технологический процесс преимущественно дифференцирован, т. е. расчленен на отдельные операции, которые закреплены за определенными станками.

Станки здесь применяются разнообразных видов: общего назначения

(универсальные), специализированные, специальные, автоматизированные, агрегатные. Станочное оборудование должно быть специализировано в такой мере, чтобы был возможен переход от производства одной серии машин к другой, несколько отличающейся от первой в конструктивном отношении, или переход от одного типа машины к другому.

При использовании станков общего назначения (универсальных) должны широко применяться специализированные* и специальные приспособления, специализированный и специальный режущий инструмент или приспособленный для данной операции — нормальный и, наконец, измерительный инструмент в виде предельных (стандартных и специальных) калибров и шаблонов, обеспечивающих взаимозаменяемость обработанных деталей. Все это оборудование и оснастку в серийном производстве можно применять достаточно широко, так как при повторяемости процессов изготовления одних и тех же деталей указанные средства производства дают технико-экономический эффект, который с большой выгодой окупает затраты на них. Однако в каждом отдельном случае при выборе специального или специализированного станка, изготовлении дорогостоящего приспособления или инструмента необходимо подсчитать затраты и ожидаемый технико-экономический эффект.

Серийное производство значительно экономичнее, чем единичное, так как лучшее использование оборудования, специализация рабочих, увеличение производительности труда обеспечивают уменьшение себестоимости продукции.

Серийное производство является наиболее распространенным видом производства в общем и среднем машиностроении. К этому виду производства относятся: станкостроение, тепловозо- и дизелестроение, производство прессов, компрессоров, насосов, вентиляторов, текстильных машин, деревообделочных станков, оборудования для пищевой и лесной промышленности, для коммунального хозяйства, транспорта и т. д.

Массовое производство является дальнейшим развитием серийного и представляет собой наиболее совершенную форму производства.

Массовым называется производство, в котором при достаточно большом количестве одинаковых выпусков изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций.

Массовое производство бывает следующих видов:

1. *Поточно-массовое производство.* При этом виде производства осуществляется непрерывность движения деталей по рабочим местам, расположенным в порядке последовательности технологических операций, закрепленных за определенными рабочими местами и выполняемых примерно в одинаковый (или кратный) промежуток времени, соответствующий такту выпуска деталей.

2. *Массовое прямоточное производство.* Здесь технологические операции также выполняются на определенных рабочих местах, расположенных в порядке операций, но время на выполнение отдельных операций не всегда одинаково (или кратно такту), вследствие чего у некоторых станков образуются заделы и движение деталей протекает с перерывами.

Массовое производство возможно и экономически выгодно при выпуске достаточно большого количества изделий, когда все затраты на организацию массового производства окупаются и себестоимость единицы выпускаемой продукции получается меньше, чем при серийном производстве.

Общие соображения относительно этого количества можно выразить следующей формулой:

* В качестве специализированного приспособления (или инструмента) могут использоваться нормализованные конструкции, приспособленные для данной операции.

где n — число единиц изделий;

C — величина затрат при переходе с серийного на массовое производство;

c_c — себестоимость единицы изделия при серийном производстве;

c_m — себестоимость единицы изделия при массовом производстве.

К условиям, определяющим эффективность осуществления массового производства, относятся прежде всего объем производственной программы и специализация завода на определенных типах изделий, причем наиболее благоприятным условием массового производства является такая специализация, когда в производстве находится один тип, одна конструкция изделия.

Однако изделия массового производства с течением времени и развитием техники все же подвергаются конструктивным изменениям в целях улучшения их эксплуатационных качеств или в связи с требованиями технологического характера. В таких случаях технологический процесс приходится перестраивать.

При массовом и крупносерийном производстве технологический процесс строится по принципу дифференциации или по принципу концентрации операций.

По первому принципу технологический процесс дифференцируется (расчленяется) на элементарные операции с примерно одинаковым временем выполнения (тактом) или кратные такту; каждый станок выполняет одну определенную операцию. В связи с этим станки здесь применяются специальные и узкоспециализированные; приспособления для обработки должны быть также специальными, предназначенными для выполнения только одной операции. Часто такое специальное приспособление является неотъемлемой частью станка.

По второму принципу технологический процесс предусматривает концентрацию операций, выполняемых на многошпиндельных автоматах и полуавтоматах, агрегатных, многопозиционных, многорезцовых станках, связанных в одну линию (автоматические линии), производящих (автоматически) одновременно или последовательно несколько операций, включающих обработку и вспомогательные действия при малой затрате основного (технологического) времени. Подобные станки все шире внедряются в производство; особенно широкое применение они получили в автомобильном и тракторном производстве.

Режущий инструмент для выполнения определенных операций применяется специальный, специализированный или приспособляется нормальный.

В качестве измерительного инструмента, гарантирующего взаимозаменяемость деталей, применяются предельные калибры, а также измерительные приборы, приспособления и автоматические измерительные устройства.

Наиболее эффективны автоматические контрольные устройства, измеряющие детали в процессе их обработки на станках. Благодаря этим устройствам повышается производительность станков, так как исключается необходимость их остановки для промера деталей и представляется возможность одновременного обслуживания нескольких станков, снабженных такими автоматическими устройствами для измерения.

Техническая организация массового производства должна быть весьма совершенной. Технологический процесс должен быть разработан детально и точно в отношении как методов обработки, так и расчетов основного (технологического) и вспомогательного времени.

Оборудование должно быть точно определено и расставлено таким образом, чтобы его количество, типы, комплектность и производительность соответствовали заданному выпуску продукции.

Особенно важное значение в массовом производстве имеет организация технического контроля, так как недостаточно тщательная проверка деталей

и несвоевременная отбраковка негодных деталей могут привести к задержке и разладке всего производственного процесса. Лучшие результаты достигаются при использовании, где возможно, автоматического контроля в процессе обработки.

Организация снабжения рабочего места основными и вспомогательными материалами, полуфабрикатами, режущим, измерительным и вспомогательным инструментом, приспособлениями и т. д. должна обеспечить бесперебойность работы.

Несмотря на большие первоначальные капитальные затраты, необходимые для организации массового производства, технико-экономический эффект его на правильно организованном предприятии бывает обычно высок и значительно больше, чем при серийном производстве.

Себестоимость одного и того же вида продукции при массовом производстве значительно ниже, оборачиваемость средств выше, расходы на транспорт меньше, выпуск продукции больше, чем при серийном производстве.

Массовое производство, кроме технико-экономического эффекта, имеет еще то достоинство, что благодаря наибольшей механизации труда, дифференцированию процесса изготовления на элементарные операции и применению автоматов в него можно вовлекать, помимо квалифицированных рабочих, и рабочих сравнительно невысокой квалификации.

Массовое производство получило широкое применение в автомобилестроении, тракторостроении, двигателестроении, сельскохозяйственном машиностроении, на предприятиях, изготавливающих мотоциклы, велосипеды, швейные и пишущие машины и т. д.

Каждому из описанных выше видов производства (единичному, серийному, массовому) свойственны соответствующие формы организации работы и способы расположения оборудования, которые определяются характером изделия и производственного процесса, объемом выпуска и рядом других факторов.

Существуют следующие основные формы организации работы:

1. *По видам оборудования*, свойственная главным образом единичному производству; для отдельных деталей применяется в серийном производстве.

Станки располагаются по признаку однородности обработки, т. е. создаются участки станков, предназначенных для одного вида обработки, — токарных, строгальных, фрезерных и др.

2. *Предметная*, свойственная главным образом серийному производству, для отдельных деталей применяется в массовом производстве.

Станки располагаются в последовательности технологических операций для одной или нескольких деталей, требующих одинакового порядка обработки. В той же последовательности, очевидно, образуется и движение деталей. Обработка деталей на станках производится партиями; при этом время выполнения операции на отдельных станках может быть не согласовано с временем операции на других станках. Изготовленные детали во время работы хранятся у станков и затем транспортируются целой партией. Детали, ожидающие поступления на следующий станок для выполнения очередной операции, хранятся или у станков, или на специальных площадках между станками, где производится контроль деталей.

3. *Поточно-серийная*, или *переменно-поточная*, свойственная серийному производству; станки располагаются также в последовательности технологических операций, установленной для деталей, обрабатываемых на данной станочной линии. Производство идет партиями, причем детали каждой партии могут несколько отличаться одна от другой размерами или конструкцией, допускающими, однако, обработку их на одном и том же оборудовании. Производственный процесс ведется таким образом, что время выполнения операции на одном станке согласовано с временем работы на следующем станке; детали данной партии перемещаются со станка на ста-

нок в последовательности технологических операций, создавая непрерывность движения деталей по станкам. Переналадка станков, приспособлений и инструментов, а также перестройка производственного процесса при переходе на обработку сходных деталей других партий обеспечиваются предварительной технической подготовкой и расчетом нормы времени по каждой операции, которая должна быть примерно одинаковая ко всем станкам (дополнительно см. п. О настоящего параграфа).

4. *Прямоточная*, свойственная массовому (и в некоторой мере крупносерийному) производству; станки располагаются в последовательности технологических операций, закрепленных за определенными станками; детали со станка на станок передаются поштучно, но синхронизация времени операций выдерживается не на всех участках линии, т. е. время выполнения отдельных операций не всегда равно (или кратно) такту; вследствие этого около станков, у которых время выполнения операции больше такта, создаются заделы необработанных деталей. Такая форма работы называется иногда пульсирующим потоком.

Транспортирование деталей от одного рабочего места к другому осуществляется рольгангами, наклонными желобами и другими немеханизированными транспортными устройствами; иногда применяются и конвейеры, служащие здесь только в качестве транспортеров (об этих транспортных устройствах см. гл. XV).

5. *Непрерывным потоком*, свойственная только массовому производству. При этой форме организации работы станки располагаются в последовательности операций технологического процесса, закрепленных за определенными станками, время выполнения отдельных операций на всех рабочих местах примерно одинаково или кратно такту, благодаря чему достигается синхронизация операций и создается определенный такт работы для всех рабочих мест поточной линии.

Различают несколько разновидностей работы непрерывным потоком:

а) работа непрерывным потоком с передачей деталей (изделий) простыми транспортными устройствами — без тягового элемента (рольганги, склизы, скаты, наклонные желобы и т. п.);

б) работа непрерывным потоком с периодической подачей деталей (изделий) транспортными устройствами с тяговым элементом. Передвижение деталей от одного рабочего места к другому производится при помощи механических транспортирующих устройств — конвейеров, которые двигаются периодически, толчками. Конвейер перемещает деталь через промежуток времени, соответствующий величине такта работы, в течение которого конвейер стоит и выполняется рабочая операция; продолжительность выполнения операции примерно равна величине такта работы, который поддерживается конвейером механически;

в) работа непрерывным потоком с непрерывной подачей деталей (изделий) также механическими транспортными устройствами с тяговым элементом; в этом случае механический конвейер движется непрерывно, перемещая расположенные на нем детали от одного рабочего места к другому. Операция выполняется во время движения конвейера; при этом деталь или снимается с конвейера для выполнения операции (обработка на станках), или остается на конвейере, и в этом случае операция выполняется во время движения детали вместе с конвейером (сборка изделия). Скорость движения конвейера должна соответствовать времени, необходимому на выполнение операции. Как и в предыдущем случае, такт работы механически поддерживается конвейером.

Для всех рассмотренных случаев работы непрерывным потоком можно установить, что решающим фактором, обуславливающим соблюдение принципа непрерывного потока, является не механическое транспортирование деталей (изделий), а такт работы.

Основные положения по организации рабочего места

При проектировании производственных процессов и разработке плана расположения оборудования и рабочих мест в цехах необходимо иметь в виду основные положения научной организации труда и технической эстетики, выполнение которых способствует созданию наиболее благоприятных условий для работающих и повышает производительность.

При любой форме организации работы для наилучшего использования оборудования и достижения наибольшей производительности труда необходимо, кроме всех технических возможностей станка, инструмента и приспособлений, предусмотреть рациональную организацию рабочего места, обеспечивающую непрерывность работы станка. Для этого нужно устранить потери времени и задержки, вызываемые лишними движениями и хождением, несвоевременной подачей материала, заготовок, инструмента, приспособлений, несвоевременным ремонтом, неудобным расположением материала, инструмента и т. п.

Рациональная организация рабочего места предусматривает необходимую предварительную подготовку работы и рабочего места, своевременное и четкое обслуживание его в процессе работы и наиболее совершенную его планировку и содержание.

Подготовка и обслуживание рабочего места заключаются в следующем:

- 1) материал, заготовки, инструмент, приспособления подаются к рабочему месту заблаговременно до начала работы, с тем чтобы не было задержек в работе;
- 2) наладка станка, особенно в крупносерийном и массовом производстве, выполняется до начала работы; при массовом и крупносерийном производстве наладка производится специальными наладчиками, при индивидуальном и мелкосерийном производстве — самими станочниками; при серийном — наладчиками и частично самими станочниками;
- 3) в процессе работы доставка инструмента к рабочему месту, обмен и заточка выполняются своевременно подсобными рабочими, так, чтобы не было остановок в работе;
- 4) инструктаж, необходимый рабочему до начала работы и во время ее выполнения, а также указания руководящего персонала проводятся своевременно, чтобы не задерживать работу;
- 5) обработанные детали необходимо транспортировать регулярно, без задержек, не отрывая станочника от работы и не создавая каких-либо помех в его работе;
- 6) контроль обработанных деталей выполняется по возможности без отрыва станочника от работы;
- 7) осмотр, проверка и ремонт оборудования производятся регулярно в заранее установленные сроки и в определенное время, с тем чтобы нормальная работа станка вне этих сроков не нарушалась и чтобы не было простоев.

Рациональная планировка рабочего места, т. е. взаимное расположение рабочего, станка, материала, инструмента, заготовок, приспособления, зависит от характера выполняемых работ и формы организации работы; она должна удовлетворять следующим условиям:

- 1) в процессе работы рабочий не должен совершать лишних движений;
- 2) **не должно быть потерь времени и утомляемости рабочего, вызываемых нерациональным взаимным расположением всех элементов, входящих в состав рабочего места;**
- 3) во время работы при выполнении различных манипуляций рабочий не должен испытывать каких-либо неудобств или стеснений;
- 4) инструмент, чертеж, инструкционная карта и т. п. находятся у рабочего под рукой во избежание отрыва от работы;

5) весь инструмент должен быть распределен по группам; для каждого инструмента надо отвести особое место;

6) при таких формах организации работ, когда детали передаются со станка на станок партиями, необходимо предусматривать у станков достаточно места для временного хранения деталей;

7) взаимное расположение всех элементов рабочего места должно при помощи соответствующих устройств обеспечивать безопасность рабочего во время работы;

8) при многостаночной работе расположение одновременно обслуживаемых станков должно быть таким, при котором на переходы от одного станка к другому затрачивалось минимальное время;

9) должны быть обеспечены благоприятные санитарно-технические условия в отношении света, воздуха, тепла, чистоты и т. п.; на рабочем месте, а также во всем цехе поддерживается стабильная температура 20°C ; достаточная для выполнения точных работ освещенность; стены покрашены в светло-голубые или светло-зеленые цвета, которые благоприятно влияют на работающих; для окраски производственного оборудования рекомендуется применять цветовые тона средней части спектра: желто-зеленый, зеленый, голубовато-зеленый. Выбор цвета для окраски основного оборудования зависит от многих факторов, как-то: формы и размера оборудования, фактуры поверхности (матовая, глянцевая), условий эксплуатации и пр.

Для окраски органов управления оборудования используют основные цвета спектра — красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, фиолетовый, а также белый, черный, серый, коричневый, малиновый.

При выборе цвета для окраски оборудования следует пользоваться рекомендациями и указаниями санитарных норм, нормами станкостроения и машиностроения. Всемерно поддерживается чистота на рабочих местах, созданы хорошие условия по вентиляции и приняты меры по устранению производственного шума.

Необходимо иметь в виду, что чем рациональнее организовано рабочее место, т. е. чем лучше осуществлена подготовка, обслуживание, планировка и содержание рабочего места, тем меньше непроизводительные потери времени, утомляемость рабочих и тем выше использование оборудования, производительность труда, качество выпускаемой продукции.

Д. Величина партии деталей. Такт выпуска деталей

Характерной особенностью и основным преимуществом серийного производства перед единичным в технико-экономическом отношении является то, что в серийном производстве вся партия деталей пускается в производство одновременно, что обеспечивает повторяемость операций, при которой выгодно широко применять специальные приспособления и специальные режущие и измерительные инструменты. Кроме того, затраты на подготовку и наладку станков раскладываются на все количество деталей в данной партии.

Величина партий деталей устанавливается в зависимости от разнообразия номенклатуры выпускаемых изделий и годового количества изделий каждого типа и размера; количества необходимого периодического выпуска изделий (от срока заказа); комплектности выпускаемой продукции; длительности обработки деталей и сборки машины; сложности, длительности и себестоимости наладки станков; наличия запаса материалов.

При выборе величины партии деталей возникает вопрос, насколько целесообразно и рентабельно брать ее в размере, превышающем потребность в деталях на определенный промежуток времени, так как материал, затраченный на изготовление деталей, и вложенные в них средства продолжительное время находятся без движения, т. е. без оборота. С другой же

стороны, известно, что чем больше количество деталей в партии, тем меньше подготовительно-заключительное время и затраты на наладку станков, приходящиеся на одну деталь; следовательно, величина партии должна быть такой, чтобы сочетание этих факторов было наиболее благоприятным, т. е. чтобы необходимый материал и средства, затраченные на деталь, использовались как можно быстрее и чтобы затраты на наладку, приходящиеся на одну деталь, были минимальными. Партия деталей, удовлетворяющая этим условиям, называется оптимальной.

Влияние указанных факторов видно из рассмотрения себестоимости одной детали. Если обозначить: C — себестоимость партии деталей; n — количество деталей в партии; v — штучная себестоимость одной детали, состоящая из затрат на материал, основной заработной платы производственных рабочих и накладных расходов; E — затраты на наладку для изготовления всей партии; c — себестоимость одной детали при изготовлении партиями, то получим

$$C = n + E \quad (3)$$

$$c = \frac{C}{n} = v + \frac{E}{n}.$$

Длительное хранение деталей на складе вызывает необходимость в излишнем количестве материалов, находящихся в производстве, увеличивает потребность в денежных средствах и, таким образом, уменьшает оборот вложенных средств.

Если исходить только из данного соображения, то в этом отношении наиболее благоприятным будет тот случай, когда количество деталей в партии взято в размере потребности сборочного цеха на число машин, подлежащих сборке; при этом срок изготовления партии должен быть такой, чтобы было обеспечено поступление деталей на склад точно в тот момент, когда запас их исчерпан сборочным цехом. Но, с другой стороны, в приведенной

формуле член показывает, что чем больше количество деталей в партии, тем меньше затраты на наладку, приходящиеся на 1 шт. Эта величина очень важна; однако часто она имеет меньшее значение, чем увеличение срока оборачиваемости материалов; в этом случае принимают партию только в размере, обеспечивающем бесперебойную сборку и регулярный выпуск надлежащего количества машин.

Для определения оптимальной величины партии в литературе встречается несколько формул, предложенных разными авторами. Эти формулы не учитывают ряда технологических и организационных факторов. Ввиду этого и вследствие затруднений при определении величин параметров, входящих в формулы, а также ввиду различных производственных и организационных условий практически при проектировании технологических процессов и цехов и в заводских условиях величину партий определяют из расчета пропускной способности сборочного цеха в таком размере, который обеспечивает бесперебойную равномерную сборку, хотя такая партия и не всегда будет оптимальной.

Пропускную способность сборочного цеха при проектировании нового предприятия устанавливают исходя из программного годового количества изделий, которое подлежит равномерному выпуску в течение года равными сериями. Количество деталей, хранящихся в запасе на промежуточном складе, должно обеспечить бесперебойную сборку; оно зависит от вида производства и уровня организации работы в цехах. Можно считать нормальными запасы деталей на промежуточных складах для серийного производства до 10-дневной потребности, причем запас не должен быть одинаковым для всех деталей, поскольку трудоемкость их изготовления различна: для крупных принимают 2—3 дня; для мелких — 5—10 дней. Чем лучше организована работа в цехах, тем меньше может быть запас

деталей на складе. Руководствуясь этими соображениями, можно установить исходя из годового количества данных деталей по производственной программе, с учетом запасных комплектов, требуемое количество деталей на принятое число дней запаса (в пределах указанного количества дней); это количество и определяет величину партии, запускаемой в производство.

Следовательно, по этому упрощенному способу количество деталей в партии можно выразить следующей формулой:

$$Y = \quad (4>$$

где n — количество деталей в партии;

L — количество данных деталей по годовой производственной программе вместе с запасными частями;

$/$ — число дней, на которое необходимо иметь деталей для бесперебойной работы сборочного цеха;

Φ — число рабочих дней в году.

Такт выпуска деталей. При проектировании технологического процесса механической обработки деталей *поточного производства* — поточно-массового и поточно-серийного — прежде всего должен быть определен такт выпуска деталей с поточной линии, т. е. промежуток времени, через который выходят с поточной линии готовые детали.

Величина такта выпуска $/_в$ при поточно-массовом производстве определяется по формуле

$$\cdot 60 p, m \quad \text{мин}, \quad (5)$$

где — действительное (расчетное) годовое число часов работы одного станка при работе в одну смену (действительный годовой фонд времени станка в часах); расчет и числовое значение P_a изложены в § 5;

m — число рабочих смен;

II — количество деталей одного наименования, подлежащих обработке в год в данной поточной линии.

При поточно-серийном (переменно-поточном) производстве для достижения достаточной загрузки станков к каждой переменнo-поточной линии прикрепляются для обработки несколько деталей разных наименований, сходных по размерам и конфигурации, для которых переналадка станков несложна и не требует много времени или совсем не требуется. Обработка таких деталей на линии производится попеременно партиями деталей одного наименования. Таким образом, в поточной линии обрабатываются в течение года детали разных наименований в разном или одинаковом количестве. Для организации работы по такому принципу предварительно необходимо произвести:

1) разбивку деталей на группы по однородности конструктивных и технологических признаков;

2) разработку типовых технологических маршрутов для групп однородных деталей;

3) разработку типовой технологической оснастки для определенных операций, чем достигается уменьшение числа переналадок.

Если такт работы в переменно-поточной линии для деталей разных наименований должен быть одинаковым, то величина такта определится по формуле, аналогичной формуле (5), в которой в знаменателе — общее количество деталей разных наименований, выпускаемых в год, с учетом затраты времени на переналадку линий с одной детали на другую. Тогда формула примет вид

$$\begin{aligned} & \text{БОЛ'АОТ} \\ & \text{в} - \text{£}_1 + \text{£}_2 + \dots + \text{£}_n \text{ мин} \end{aligned}$$

где $01 + \zeta_1 + \dots + \zeta_n$), — количество деталей разных наименований, обрабатываемых в год в данной линии;

κ_n — коэффициент, учитывающий затрату времени на переналадку линии с одного наименования детали на другое (примерно $\kappa_n \approx 0,95$).

Если на переменнo-поточной линии обработка деталей разных наименований будет производиться с различным тактом, то рассчитывать такт работы надо отдельно для каждого наименования детали исходя из фонда времени, в течение которого должна быть обработана данная партия.

При поточно-массовом и поточно-серийном (поточно-переменном) производстве должна быть достигнута синхронизация операций, т. е. приведение операционного времени в соответствие с принятой величиной такта, что необходимо для создания непрерывного потока. Для этого весь процесс обработки расчленяется на отдельные операции, по возможности одинаковые по времени (но не более величины такта) или кратные такту по времени их выполнения (при значительном превышении величины такта).

Необходимо иметь в виду, что возможностей достигнуть синхронизации технологических операций всегда больше, если обрабатываемые детали технологичны и не вызывают затруднений при обработке отдельных поверхностей, требующих значительной затраты времени.

Синхронизация операций достигается различными технологическими и организационными мероприятиями, к числу которых относятся:

1) расчленение операций, требующих затраты времени, значительно превышающей величину такта, или объединение (укрупнение) операций при затрате времени, значительно меньшей чем величина такта; последнее достигается, в частности, применением поворотных приспособлений, многоинструментных наладок станка и т. п.;

2) применение оптимальных режимов резания, дающих возможность выровнять машинное время по операциям и приблизить его к величине такта;

3) применение специального многолезвийного и наборного режущего инструмента, обеспечивающего меньшую затрату времени на обработку;

4) применение нескольких инструментов для одновременной обработки нескольких поверхностей детали, что также дает значительное сокращение времени на обработку;

5) максимальное сокращение вспомогательного времени путем применения специальных пневматических, гидравлических, пневмогидравлических и многоместных приспособлений, поворотных столов и т. п.;

6) одновременная обработка нескольких деталей, что приводит к уменьшению штучного времени;

7) максимально возможное применение автоматизации и механизации станков, автоматизации контроля деталей (в процессе обработки), обеспечивающих значительное сокращение машинного и вспомогательного времени;

8) применение специальных и специализированных агрегатных станков, которые также обеспечивают значительное сокращение машинного и вспомогательного времени;

9) применение параллельно работающих однотипных станков (дублеров) для операции, время на выполнение которой значительно превышает величину такта поточной линии; станки-дублеры обеспечивают приведение операционного времени в соответствие с величиной такта;

10) механизация межстаночного транспорта путем создания специальных транспортных устройств, которые дают возможность поддерживать такт работы линии;

11) включение в поток механической обработки деталей агрегатов и оборудования других видов обработки (для термической обработки, сварки, прессового оборудования, для покрытий и др.), чем достигается непрерывность потока и соблюдение такта работы линии.

Е. Заготовки, выбор и подготовка

Правильный выбор заготовок и соответствующая их подготовка для механической обработки являются весьма важными технико-экономическими вопросами.

В качестве заготовок для изготовления деталей могут применяться:

- 1) отливки чугунные, стальные, из цветных металлов, из сплавов и пластмасс;
- 2) поковки и штамповки стальные и из цветных металлов и сплавов;
- 3) прокат стали (горячекатаной и холоднокатаной), цветных металлов и сплавов.

Выбор того или иного вида заготовок зависит от конструктивных форм деталей, их назначения, условий их работы в собранной машине, испытываемых напряжений и т. д.

Фасонные детали, не подвергающиеся ударным нагрузкам, действительно растяжения или изгиба, изготавливаются обычно из чугунных отливок; для фасонных деталей машин, работающих в тяжелых условиях и испытывающих большие напряжения, вместо чугунных отливок применяются стальные. Из чугуна отливают станины, рамы, плиты, коробки, картеры, корпуса подшипников, шкивы, маховики и т. п.; из более мелких деталей — фланцы, втулки, кронштейны, зубчатые колеса и т. п.; крупные детали из стали обычно не отливают ввиду затруднительности получения таких отливок.

Заготовки в виде поковок, изготавливаемых ковкой, и штамповок, изготавливаемых в штампах, применяются для деталей, работающих преимущественно на изгиб, растяжение, кручение и имеющих в разных своих частях значительную разницу в поперечных сечениях. При изготовлении поковок стремятся получить конфигурацию заготовки, приближающуюся к упрощенному очертанию детали.

Для правильного решения в отдельных случаях необходимо проанализировать, что выгоднее: дать упрощенную конфигурацию заготовки и снимать излишек материала при обработке на станках или дать более точную поковку, по конфигурации и размерам приближающуюся к готовой детали, и благодаря этому снимать меньше металла на станках.

Заготовки в виде поковок (полученные свободной ковкой) применяются преимущественно для крупных деталей, а в единичном и мелкосерийном производстве — и для мелких деталей.

Заготовка в виде штамповки получается ковкой в штампах; последняя имеет значительные преимущества перед свободной ковкой. В штампованной заготовке структура металла более однородна, благодаря чему деталь будет более прочной. Штамповкой получают размеры, наиболее близкие к окончательным; в некоторых производствах штампованные заготовки используются без дальнейшей механической обработки или с очень незначительной обработкой. При изготовлении штамповок лучше используется металл и уменьшается расход его. Процесс изготовления штамповок по сравнению с ковкой значительно быстрее, требует менее квалифицированной рабочей силы. Себестоимость штампованных заготовок меньше, чем кованных.

Заготовки могут применяться в виде штамповок только в том случае, если по производственной программе требуется значительное количество их, т. е. в крупносерийном и массовом производстве, так как для изготовления таких заготовок необходимы дорогостоящие штампы, себестоимость которых в этом случае раскладывается на большое количество заготовок.

Заготовки из проката (круглого, квадратного, шестигранного) применяются для деталей, по конфигурации приближающихся к какому-либо виду данного проката, когда нет значительной разницы в поперечных сечениях детали и когда можно при получении окончательной ее формы избежать снятия большого количества металла. Изготавливаемые из проката детали, за исключением валов, имеют сравнительно небольшие размеры.

Правильное решение вопроса о выборе заготовок, если с точки зрения технических требований и возможностей применимы различные их виды, можно получить только в результате технико-экономических расчетов, путем сопоставления вариантов себестоимости готовой детали при том или другом виде заготовки.

Всякая заготовка, предназначенная для дальнейшей механической обработки, изготавливается с припуском против размеров готовой детали. Этот припуск, представляющий собой излишек материала, необходимый для получения окончательных размеров и заданного класса чистоты поверхностей деталей, снимается на станках режущими инструментами. Поверхности детали, не подвергающиеся обработке, припусков не имеют.

Разность размеров заготовок и окончательно обработанной детали определяет величину припуска, т. е. слоя, который должен быть снят при механической обработке.

Припуски разделяют на общие и межоперационные. Под общим понимают припуск, снимаемый в течение всего процесса обработки данной поверхности — от размера заготовки до окончательного размера готовой детали. Межоперационным называют припуск, который удаляют при выполнении отдельной операции. Величина припуска обычно дается «на сторону», т. е. указывается толщина слоя, снимаемого на данной поверхности. Иногда для цилиндрических деталей припуск дается «на диаметр», т. е. указывают двойную толщину снимаемого слоя, что должно быть оговорено.

Припуски могут быть симметричные и асимметричные, т. е. расположенные по отношению к оси заготовки симметрично и асимметрично. Симметричные припуски могут быть у наружных и внутренних поверхностей тел вращения; они могут быть также у противолежащих плоских поверхностей, обрабатываемых параллельно, одновременно. Однако как и в первом, так и во втором случае возможно и асимметричное расположение припусков.

Припуск должен иметь размеры, обеспечивающие выполнение необходимой для данной детали механической обработки при удовлетворении установленных требований в отношении чистоты и качества поверхности металла и точности размеров деталей при наименьшем расходе материала и наименьшей себестоимости детали. Такой припуск является оптимальным. Установление оптимальных припусков на обработку является весьма важным технико-экономическим вопросом.

Чрезмерные припуски вызывают излишние затраты на изготовление детали и тем самым увеличивают ее себестоимость, состоящую из трех основных элементов: затрат на материал, основной заработной платы производственных рабочих и накладных расходов.

При увеличении припуска на обработку вес (масса) заготовки возрастает; материала требуется больше и, значит, себестоимость заготовки и готовой детали повышается.

Снятие излишних припусков увеличивает трудоемкость обработки, следовательно, возрастает и основная заработная плата производственных рабочих за обработку одной детали с увеличенными припусками. Поэтому целесообразно назначать припуск, который можно удалить за один проход. На станках средней мощности за один проход можно снимать припуск до 6 мм на сторону.

Накладные расходы, входящие в себестоимость детали и принятые в процентах от основной заработной платы производственных рабочих, с увеличением заработной платы также увеличиваются.

В число накладных расходов наряду с другими входят затраты, связанные с эксплуатацией станка при обработке детали, например затраты на ремонт, инструмент, электроэнергию, транспорт, амортизационные отчисления, а также дополнительная заработная плата, начисления и др.

При излишних припусках вес заготовок и снимаемой стружки увеличивается, станки для снятия лишнего количества материала должны работать с большим напряжением, вследствие чего увеличиваются их износ и затраты на ремонт.

Излишние припуски вызывают повышение затрат на режущий инструмент, так как излишний материал снимается в несколько проходов, вследствие чего увеличивается основное (технологическое) время, т. е. время работы инструмента и, значит, увеличивается его расход.

При излишних припусках часто приходится увеличивать глубину резания (чтобы уменьшить число проходов), а это требует повышения мощности станка и в результате — увеличения расхода электроэнергии.

Как видно, излишние припуски вызывают повышение всех трех основных элементов себестоимости и детали.

С другой стороны, слишком малые припуски не дают возможности выполнить необходимую механическую обработку с желаемой точностью и чистотой, в результате чего получается брак, что также удорожает изделие.

Таким образом, необходимо стремиться к назначению оптимальных припусков, обеспечивающих выполнение механической обработки с удовлетворением требований к точности и чистоте обрабатываемых поверхностей при наименьшей себестоимости детали; при оптимальных припусках уменьшаются расход металла, затраты времени на обработку и увеличивается производительность оборудования.

В современном серийном и массовом производстве существует определенное и вполне рациональное стремление к максимальному уменьшению припусков на обработку и получению заготовок, требующих возможно меньшей механической обработки или только отделочных операций.

Устанавливая размеры припусков на обработку, необходимо указать допусковые отклонения от них, т. е. допуски на размеры заготовки, так как получить заготовку точно установленных размеров не представляется возможным. Допускаемые отклонения припусков должны лежать в ограниченных пределах, так как при большой разнице в размерах заготовок создаются большие затруднения в производстве — приходится часто перенастраивать станки на размеры заготовок, понижается точность работы в приспособлениях, ограничивается их применение и т. п.

Величины припусков на обработку и допуски на размеры заготовок зависят от ряда факторов, степень влияния которых различна; к числу основных факторов относятся следующие: а) материал заготовки; б) конфигурация и размеры заготовки; в) вид заготовки и способ ее изготовления; г) требования в отношении механической обработки; д) технические условия в отношении качества и класса чистоты поверхности и точности размеров детали.

Величина общего припуска зависит от толщины дефектного поверхностного слоя, подлежащего снятию, и припусков, необходимых для всех промежуточных операций механической обработки — межоперационных припусков, учитывающих погрешности формы, пространственные отклонения*, возникающие в предшествующей обработке, погрешности установки, допуски на операционные (промежуточные) размеры, необходимую чистоту поверхности.

Так как размеры заготовок могут иметь допускаемые отклонения, направленные в положительную и отрицательную стороны, то при определении общей величины припуска следует прибавить к размеру заготовки величину возможного отрицательного (минусового) отклонения (если та-

* Под пространственными отклонениями понимаются также погрешности обрабатываемой заготовки, как, например, взаимные непараллельность и перпендикулярность осей, кривизна осей, эксцентричность осей наружных и внутренних поверхностей, несоосность поверхностей ступенчатых валов и т. п.

ковое допускается), иначе припуск будет недостаточен для механической обработки.

Таким образом, общий (суммарный) припуск складывается из следующих основных величин (по практическим данным):

- 1) толщины дефектного поверхностного слоя, подлежащего снятию за первый черновой проход режущего инструмента;
- 2) суммы припусков на все промежуточные операции, учитывающие влияние ряда факторов (погрешность формы, пространственные отклонения, погрешность установки, операционные допуски на размеры, класс чистоты поверхности и т. п.);
- 3) величины отрицательного отклонения от номинального размера заготовки (если таковое предусмотрено).

Размеры припусков на отливки установлены также стандартами. ГОСТ 1855—55 устанавливает припуски на механическую обработку отливок из серого чугуна в соответствии с тремя классами точности отливок (1—3-й), регламентированными этим же стандартом. Подобным же образом ГОСТ 2009—55 установлены припуски для стальных фасонных отливок, также для классов точности изготовления отливок — 1—3-й. Этими данными обычно пользуются при проектировании технологических процессов.

В производственных условиях, а также при проектировании машиностроительных цехов и заводов размеры припусков устанавливают на основании опыта, пользуясь практическими данными в зависимости от веса (массы) и габаритных размеров деталей, конструктивных форм и размеров, необходимой точности и класса чистоты обработки. Многие заводы, научно-исследовательские и проектные институты имеют свои нормативные таблицы припусков, разработанные ими на основании длительного опыта применительно к характеру своего производства.

Расчетные методы определения припусков, не получившие пока широкого практического применения по причине их сложности, заключаются в основном в установлении общей величины припуска путем расчета по его составным элементам с использованием при этом различных коэффициентов, принятых на основании опыта*.

Размеры заготовок называются свободными, если они относятся к необрабатываемым поверхностям или к обрабатываемым, но не сопрягающимся с другими поверхностями. Допускаемые отклонения размеров необрабатываемых поверхностей заготовок зависят от вида заготовок и способов их изготовления.

Отходы при механической обработке металлов по разным видам заготовок выражаются в среднем примерно в следующих процентах от чистого веса деталей:

отливки чугунные, стальные, бронзовые . .		15—20%
поковки		15—40%
штамповки		10%
прокат (сталь)		15%

Средний процент отходов по всем видам заготовок для механических цехов можно считать равным 15.

В качестве технико-экономического показателя, характеризующего использование металла при механической обработке, принимается *коэффициент использования металла* γ , выражающий отношение чистого веса деталей d к их черновому весу Q :

$$\gamma = \frac{d}{Q}$$

Этот коэффициент можно определять в двух вариантах: первый — относительно веса заготовки, поступающей из заготовительного цеха (ли-

* Методы расчета, предложенные проф. В. М. Кованом, проф. А. П. Соколовским, инж. И. Б. Плоткиным, излагаются в курсе «Технология машиностроения».

тейного, кузнечного) в механический цех для обработки; второй — относительно веса исходного материала или исходной заготовки, поступающей в заготовительный цех со склада.

В каждом отдельном случае необходимо указать, относительно какой исходной заготовки производится подсчет коэффициента. Обычно для определения отхода металла, выражаемого коэффициентом использования металла при механической обработке, подсчет этого коэффициента производится по первому варианту, т. е. берется отношение чистого веса готовой детали к черновому весу поступающей в механический цех заготовки.

Так, например, при чугунных отливках, изготовленных путем литья в земляные формы машинной формовки по металлическим моделям: для корпусных деталей $\gamma = 0,8—0,9$; для шкивов и маховиков небольших размеров $\gamma = 0,70—0,85$.

При изготовлении стальных заготовок штампованием на молотах для ступенчатых валов и валов с фланцами $\gamma = 0,7—0,8$.

В производстве двигателей и шасси грузовых автомобилей $\gamma = 0,81—0,82$, в производстве коробок передач тех же автомобилей $\gamma = 0,76—0,78$.

Подготовка заготовок для обработки на металлорежущих станках производится в тех же цехах, где они изготавливаются. Она заключается в том, что заготовке придается такое состояние или вид, при котором можно производить механическую обработку. В зависимости от рода заготовки подготовка имеет различный характер.

Отливки после извлечения из форм подвергаются обрубке и очистке. Эти операции выполняются в литейном цехе. Литники, прибыли, заливки и все неровности отливки или срубаются вручную зубилом и зачищаются напильником, или удаляются с помощью пневматических зубил, циркулярных пил и абразивных кругов. Очистка литья от пригоревшего к его поверхности формовочного материала производится различными способами: на дробеметных установках с механической подачей дробин, вращающимися проволочными щетками, вручную проволочными щетками, на абразивных станках, абразивными кругами с гибким валом и т. д.

При быстром охлаждении серого расплавленного чугуна наружный слой отливки быстро остывает и изделие получает твердую белую корку (отбеливание). Для уменьшения твердости этой корки отливку подвергают отжигу, благодаря чему улучшаются условия механической обработки заготовки.

Для предохранения заготовок (отливок, поковок, заготовок из проката) от окисления и покрытия ржавчиной, что ведет к порче и разрушению металла, простым средством является окраска. Краска должна хорошо приставать к поверхности металла и не давать трещин, она должна быть непроницаемой для сырости и не должна разъедать металл. При продолжительном хранении заготовок окраску следует возобновлять. Наиболее часто для этой цели применяются охра (из оксидов железа) или сурик (из оксидов свинца). Краски из оксидов железа нельзя считать пригодными для предохранения металла, наоборот, они способствуют его порче. Лучшей краской является сурик, хорошо пристающий к металлической поверхности и не окисляющий металл. Сурик, химически соединяясь с льняным маслом, образует на поверхности металла прочный слой, не пропускающий сырости и газов. Металл перед покрытием его суриком (как и любой другой краской) необходимо хорошо очистить от грязи и окалина.

Для удобства хранения и сортировки заготовок и наиболее быстрой подачи их к рабочим местам, а также во избежание смешивания в цехах и на складах заготовки маркируют по установленному на данном заводе порядку, если маркировка не стандартизована. Маркировка производится красками разных цветов, условными обозначениями, буквенными или цифровыми, наносимыми краской или в виде отпечатков — клеем.

Своевременная подготовка заготовок обеспечивает наиболее быстрое и экономичное выполнение обработки в механическом цехе. Подготовленные

надлежащим образом заготовки поступают непосредственно в цеховой склад или на станок; в цехе они не требуют никаких дополнительных операций перед обработкой.

Ж. Установление плана и методов обработки

Установление плана и метода обработки имеет целью обеспечить наиболее рациональный процесс обработки детали. В плане указывается последовательность выполнения технологических операций и по каждой операции устанавливаются метод обработки, используемое оборудование (металлорежущий станок или другой вид), применяемое приспособление, рабочий, вспомогательный и измерительный инструмент, режим обработки (резанием или другим способом), норма времени (по элементам), квалификация работы.

План должен предусматривать расчленение технологического процесса обработки детали на составные части: операции, установки, позиции, переходы, проходы, а в необходимых случаях и приемы.

В план механической обработки включаются также контрольные промежуточные слесарные и другие работы, необходимые для дальнейшей механической обработки; окончательные операции для других видов работ, выполняемых после механической обработки, вносятся в план соответствующей обработки.

При составлении плана и выборе метода обработки характер технологического процесса устанавливается в зависимости от характера продукции и вида (типа) производства.

Как отмечалось (см. § 5, п. Г), в единичном и мелкосерийном производстве технологический процесс уплотненный, выполняемый на станках общего назначения; в серийном производстве — дифференцированный на операции, выполняемые на определенных станках: общего назначения, специализированных, специальных, автоматах. В крупносерийном и массовом производстве технологический процесс может осуществляться по одному из двух принципов: по принципу дифференциации на элементарные операции или по принципу концентрации операций.

В современном крупносерийном и массовом производстве все больше стремятся применять второй принцип, как дающий наибольшую технико-экономическую эффективность: наибольшую производительность, меньшее машинное и вспомогательное время, сокращение длительности производственного цикла, во многих случаях большую точность деталей и др.

Выбор метода обработки зависит от требований, предъявляемых к данной детали в отношении точности и чистоты обработки.

Необходимая точность обработки в соответствии с требованиями того или другого класса точности достигается на различных станках разными способами. Выбирая методы обработки, необходимо учитывать экономи-

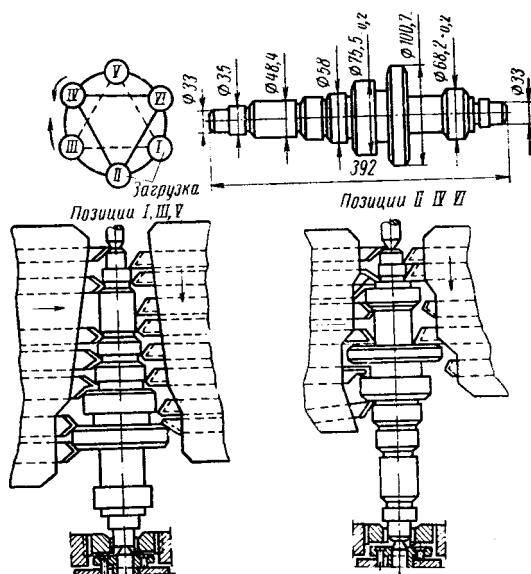
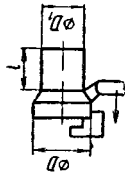
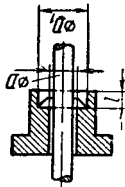
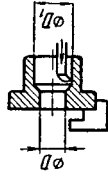
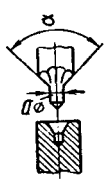
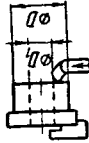
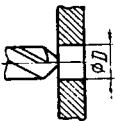
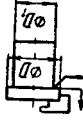
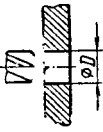
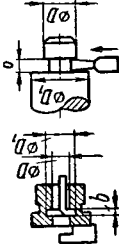
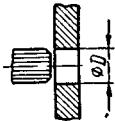
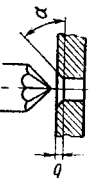
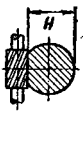
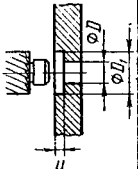
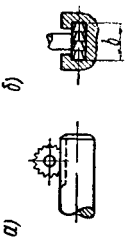
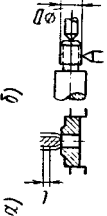
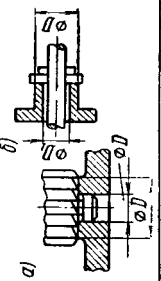
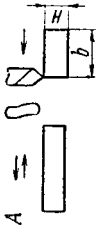
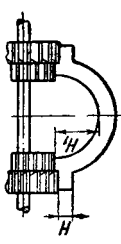
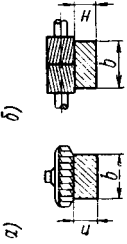
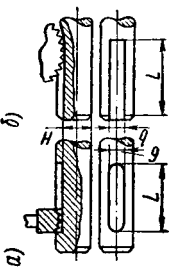


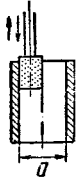
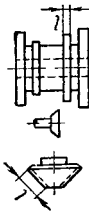
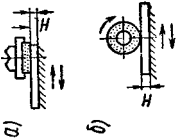
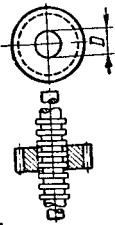
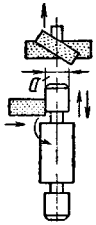
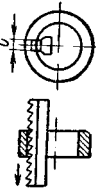
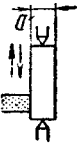
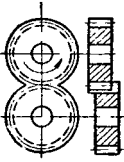
Рис. 30. Эскизы технологической наладки для обработки ступенчатого вала на шестиступенчатом вертикальном токарном полуавтомате непрерывного действия

Эскизы переходов с указанием положения детали и инструмента

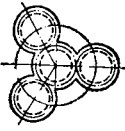
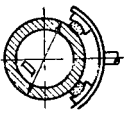
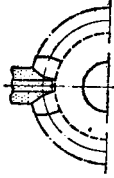
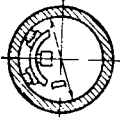
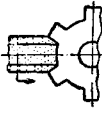
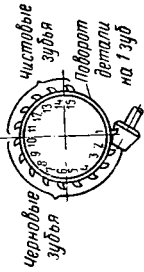
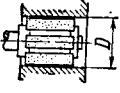
Содержание перехода	Эскиз перехода	Содержание перехода	Эскиз перехода
Обточить с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$ на длине l начерно (начисто)		Расточить в упор с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$ на глубину начерно (начисто)	
Расточить отверстие с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$ начерно (начисто)		Центровать $\varnothing D \times \alpha^\circ$	
Подрезать торец с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$ начерно (начисто)		Сверлить отверстие $\varnothing D$	
Обточить с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$ с подрезкой уступа начерно (начисто)		Зенкеровать отверстие $\varnothing D$	
Проточить канавку шириной b , с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$		Развернуть отверстие $\varnothing D$ начерно (начисто)	

Продолжение табл. 4

Содержание перехода	Эскиз перехода	Содержание перехода	Эскиз перехода
Зенкеровать фаску $h \times \alpha$		Фрезеровать лыску в размер H начерно (начисто)	
Зенкеровать уступ глубиной h с $\varnothing D$ до $\varnothing D_1$		Фрезеровать паз шпоночный (а) Т-образный шириной b (б)	
Нарезать резьбу $\varnothing D$ с шагом t метчиком (а) резцом (б) начерно (калибровать)		Торцевать по $\varnothing D$ до D_1 зенкером с направлением (а), цековкой (б)	
Строгать плоскость A шириной b в размер H начерно (начисто)		Фрезеровать четыре плоскости набором фрез в размер H и H_1 начерно (начисто)	
Фрезеровать плоскость шириной b в размер H торцовой фрезой (а), набором цилиндрических фрез (б) начерно (начисто)		Фрезеровать шпоночную канавку $b \times L$ в размер H шпоночной фрезой (а), пазовой фрезой (б) начерно (начисто)	

Содержание перехода	Эскиз перехода	Содержание перехода	Эскиз перехода
Фрезеровать зуб шестерни по размеру l начерно (начисто)		Шлифовать отверстие $\varnothing D$ начерно (начисто)	
Долбить зуб шестерни по размеру l начерно (начисто)		Шлифовать плоскость в размер H торцом (а), периферией круга (б) начерно (начисто)	
Протянуть отверстие $\varnothing D$ начерно (начисто)		Шлифовать на бесцентрово-шлифовальном станке шейку $\varnothing D$ начерно (начисто)	
Протянуть шпоночную канавку шириной b начерно (начисто)		Шевинговать зубья шестерни	
Шлифовать по верху до $\varnothing D$ начерно (начисто)		Обкатать зубья шестерни	

Продолжение табл. 4

Содержание перехода	Эскиз перехода	Содержание перехода	Эскиз перехода
Притереть зубья шестерни		Суперфинишировать цилиндр по $\varnothing D$	
Шлифовать зубья шестерни		Суперфинишировать отверстие $\varnothing D$	
Шлифовать шлицы		Протянуть зубья конической шестерни	
Хонинговать отверстие $\varnothing D$		—	—

ческую целесообразность его применения. В тех случаях, когда не требуется точная обработка и можно ограничиться грубой, нет необходимости пользоваться точными методами работы, так как это приведет только к удорожанию изделия. Класс точности и класс чистоты поверхностей детали должны определяться только конструктивными и эксплуатационными условиями ее работы. Недостаточная точность может ухудшить качество машины, но в то же время излишняя (по сравнению с необходимой) точность удорожает машину, и там, где это не требуется по характеру конструкции, повышенная точность приведет к отрицательному результату: выпуск продукции за этот же промежуток времени будет меньше и стоимость ее выше.

При проектировании технологических процессов пользуются составленными на основании опытных данных таблицами средних величин экономической точности различных методов обработки.

Для более ясного и точного представления о плане и способе обработки технологический процесс иллюстрируется графическими изображениями в виде чертежей (или эскизов) технологических наладок по отдельным переходам или позициям со схематическим указанием способа крепления детали на станке, положения детали, приспособления, инструментов и мест обработки (последние отмечаются толстыми линиями или номерами). Графическое изображение методов обработки дано в табл. 4. На рис. 30 и 31 дано изображение технологических наладок по принципу концентрации операции для обработки ступенчатого вала и зубчатых колес на шестипищидельных вертикальных токарных полуавтоматах.

3. Выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента

Устанавливая при проектировании технологического процесса план и способ обработки деталей, одновременно указывают, на каком станке будет выполняться та или иная операция; при этом должна быть приведена характеристика станка: его наименование, завод-изготовитель, тип, марка и основные размеры.

При проектировании технологических процессов необходимо располагать всеми данными, характеризующими оборудование, которым будет оснащено проектируемое предприятие. Для этого необходимо иметь паспорта станков. Паспорт дает полную характеристику станка, определяющую его производственные возможности и техническое состояние, если он находится в эксплуатации. Паспорта составляются по установленной форме для каждого вида станков.

Если при проектировании технологического процесса на намечаемое новое оборудование паспортов не имеется, то пользуются сведениями о нем из соответствующих каталогов.

Выбор типа станка прежде всего определяется возможностью обеспечить выполнение технических требований, предъявляемых к обработанной детали в отношении точности ее размеров, формы и чистоты поверхностей. Если по характеру обработки выполнения этого требования можно достигнуть на различных станках, то выбор того или другого типа станка для осуществления какой-либо операции следует производить на основе следующих соображений:

- 1) соответствие основных размеров станка габаритным размерам обрабатываемой детали или нескольких одновременно обрабатываемых деталей;
- 2) соответствие производительности станка количеству деталей, подлежащих обработке в течение года;
- 3) возможно более полное использование станка по мощности и по времени;

- 4) наименьшая затрата времени на обработку;
- 5) наименьшая себестоимость обработки;
- 6) относительно меньшая отпускная цена станка;
- 7) реальная возможность приобретения того или другого станка;
- 8) необходимость использования имеющихся станков.

На выбор типа станка в значительной мере влияют необходимая степень точности размеров и формы детали и чистота ее обработанных поверхностей; чем выше эти требования, тем дороже станок, тем больше время на обработку, требуемая квалификация рабочего и, следовательно, выше себестоимость всей обработки.

Выбор станка следует производить в соответствии с размерами обрабатываемой детали и характером обработки, чтобы использование всех технических возможностей и мощности станка было как можно более полным. Для этого необходимо, чтобы мощность, затрачиваемая на снятие стружки, максимально приближалась к мощности станка.

В экономике технологического процесса весьма важное значение имеет производительность станка, так как станок, как уже указывалось, должен использоваться полностью также и в отношении загрузки его по времени. Однако иногда выгодно применить станок более высокой производительности и в том случае, когда загрузка его по времени неполная, если при этом себестоимость обработки получается ниже, чем на другом станке, хотя бы и полностью загруженном. В связи с этим следует помнить, что применение специальных, агрегатных, многошпиндельных и других высокопроизводительных станков должно быть экономически обосновано. Использование таких станков в крупносерийном и массовом производстве, как правило, всегда целесообразно и экономически оправдывается.

При выборе станка следует учитывать современные достижения станкостроения.

Главной и основной задачей современного станкостроения является достижение наименьшего времени обработки, наибольшей точности и наименьшей себестоимости обработки с обеспечением по возможности наибольшей автоматизации.

Как видно, решающим фактором при выборе того или иного станка (если выполнение данной операции возможно на разных станках, обеспечивающих удовлетворение технических требований к детали) является экономичность процесса обработки.

Имея в виду направление развития современного станкостроения и стремясь получить наибольший экономический эффект при изготовлении изделий, необходимо при проектировании производить технико-экономическое сравнение различных вариантов обработки данной детали на разных станках при заданной производственной программе и принять ту модель станка, которая обеспечивает наименьшую трудоемкость и наименьшую себестоимость обработки.

Технико-экономическое сравнение обработки на разных типах станков можно производить, пользуясь в качестве критерия следующими факторами:

- 1) время, затрачиваемое на обработку детали, или производительность станка;
- 2) размер затрат, которые надо произвести для обработки заданного количества деталей;
- 3) себестоимость обработки детали.

Время, затрачиваемое на обработку детали, — штучное время — служит первым критерием, которым часто пользуются при проектировании технологических процессов для выбора станка.

Время обработки является одним из главных факторов, определяющих себестоимость обработки, и при сопоставлении двух станков выбирают тот из них, на котором при обеспечении выполнения заданных технических условий требуется меньше времени на обработку.

Этот способ, являющийся самым простым и наиболее распространенным, не всегда, однако, дает правильное решение вопроса о себестоимости обработки, что является решающим фактором. Дело в том, что время обработки является одной из многих функций себестоимости обработки и влияние других функций может быть превалирующим.

Себестоимость обработки детали на данном станке для одной или нескольких операций складывается из основной заработной платы производственного рабочего и цеховых накладных расходов; ее можно выразить в общем виде формулой

$$3_0 = P + Я,$$

где 3_0 — себестоимость обработки детали;

P — основная заработная плата производственного рабочего за обработку детали;

$Я$ — цеховые накладные расходы.

Заработная плата за обработку детали равна произведению заработной платы в единицу времени p и времени обработки штучного времени $t_{шт}$, т. е.

$$P = p \cdot t_{шт}.$$

Из этой формулы следует, что:

1) заработная плата за обработку детали может быть больше при работе на одном из сопоставляемых станков, если штучное время при работе на этом станке больше, а заработная плата в единицу времени одинакова в обоих случаях (квалификация рабочих одинакова);

2) заработная плата за обработку детали может быть больше при работе на одном из сопоставляемых станков, если штучное время одинаково для обоих случаев, а заработная плата в единицу времени при работе на одном станке больше, чем на другом (квалификация рабочих не одинакова),

3) заработная плата за обработку детали может быть больше при работе на одном из сопоставляемых станков, даже и в том случае, когда штучное время при обработке на нем меньше, а заработная плата в единицу времени значительно больше, чем на другом (значительная разница квалификации рабочих).

Отсюда вытекает, что величина штучного времени еще не определяет, на каком станке будет меньше заработная плата.

Помимо этого, величина цеховых накладных расходов находится также в зависимости от типа станка, что видно из состава этих расходов. В число накладных расходов, входящих в цеховую стоимость обработки детали, включаются: амортизация оборудования (станка и приспособлений) A , расход на инструмент (стоимость заточки и амортизация) J ; затраты на электроэнергию E ; доплаты и начисления на основную заработную плату производственных рабочих O , а также другие цеховые накладные расходы Z , т. е.

$$R = A + J + E + O + Z. \quad (9)$$

Амортизация оборудования и приспособлений, исчисляемая в определенном проценте в год от номинальной стоимости оборудования и приспособлений, отражается на себестоимости обработки детали. Чем дороже станок и приспособление, тем больше сумма амортизации, а следовательно, и себестоимость обработки детали. Однако это справедливо при том условии, если производительность более дорогого станка не отличается существенно от производительности менее дорогого.

С увеличением расходов на инструмент увеличивается в прямой зависимости себестоимость обработки, поэтому при проектировании технологического процесса обработки какой-либо детали необходимо стремиться применять наиболее производительные станки, приспособления и инструменты при наименьшей их стоимости, однако не в ущерб качеству обработки, необходимой для данной детали.

Расход электроэнергии у разных станков различный, поэтому затраты на оплату электроэнергии зависят от принятого типа станка.

Доплаты и начисления на основную заработную плату производственных рабочих принимаются в процентах от ее величины, установленных для каждого рода производства; таким образом, чем больше заработная плата тем больше доплаты и начисления, величина же заработной платы зависит от времени, затрачиваемого на обработку при данном виде оборудования и квалификации рабочего, необходимой для данной работы. Следовательно, выбранный для обработки детали станок влияет и на величину доплат и начислений на основную заработную плату.

К другим цеховым накладным расходам относятся затраты, связанные главным образом с эксплуатацией цеха: расходы на вспомогательные материалы, заработная плата вспомогательных рабочих, административно-технического и счетно-конторского персонала, расходы на отопление, освещение, воду и т. д. Абсолютная величина этих расходов по цеху (за исключением некоторых) не зависит от типа станка и только на некоторые из них тип станка оказывает влияние; поэтому при сравнении себестоимости обработки на разных станках эти расходы можно считать примерно равными.

Не имея возможности в реальных условиях производства установить, в каком размере эти цеховые расходы относятся к каждому станку, можно при сравнении себестоимости обработки исчислять их суммарно в процентном отношении к основной заработной плате производственных рабочих. Величина процентного отношения подсчитывается исходя из общей суммы расходов и общего фонда основной заработной платы производственных рабочих по цеху. Так как от типа станка, как было указано выше, зависит размер основной заработной платы производственных рабочих, то и величина принятых при обработке на данном станке цеховых накладных расходов, взятая в процентном отношении от основной заработной платы производственных рабочих, будет также находиться в зависимости от выбранного станка.

Подставляя в формулу (7) значения P и $Я$ из формул (8) и (9), получим

$$5_0 = Я + \text{?} = p_{\text{шт}}^* + (\Lambda + \text{?} + 0 + 2). \quad (10)$$

Из этой формулы видно, что величина времени обработки, состоящая только из нескольких факторов, влияющих на себестоимость обработки, не может дать правильное и точное решение о выгодности обработки на одном из сопоставляемых станков; эта величина может служить только для первого приближенного решения. Сравнение времени, потребного на обработку детали при каждом сопоставляемом методе, еще не дает правильного представления об экономичности того или иного метода, ибо, помимо времени, на себестоимость обработки влияют и другие факторы: заработная плата, стоимость оборудования и приспособлений, расходы на инструмент, затраты на электроэнергию и другие цеховые накладные расходы. Однако несмотря на недостаточную точность с точки зрения экономической, для приближенной оценки того или иного метода обработки часто применяется сравнение по времени. Такой способ при разработке технологического процесса дает возможность сравнительно быстро и просто решить вопрос, но во всех случаях, когда необходимо иметь вполне точное и правильное суждение об экономической целесообразности выбранного метода, следует с учетом всех факторов, влияющих на себестоимость обработки, произвести подробный расчет себестоимости обработки для каждого сопоставляемого метода и выбрать из них наиболее экономичный.

Производительность станка, выраженная количеством деталей или изделий, выпускаемых в единицу времени $В$, является величиной, обратной штучному времени, т. е.

Количество деталей, выпускаемых в смену,

где K — число рабочих часов в смену;

$t_{шт}$ — штучное время, *мин.*

Так как величина производительности станка зависит только от штучного времени, то и суждение о выборе того или другого станка по этому критерию в сущности сводится к суждению по времени обработки, что, как видно из изложенного, еще не даст правильного представления об экономичности метода обработки.

Выбор того или другого станка *на основании сравнения затрат*, которые надо произвести для изготовления заданного количества деталей, заключается в том, что для каждого из этих станков исчисляются все затраты, которые будут произведены при выполнении установленной программы в определенный промежуток времени. Затраты исчисляются суммарно на все количество подлежащих изготовлению деталей. В них входят основная заработная плата производственных рабочих и перечисленные выше цеховые накладные расходы.

Наиболее правильным критерием для выбора станка является *сравнение себестоимости обработки* на сопоставляемых станках, если при этом на каждом из них возможно выполнение технических требований, предъявляемых к детали в отношении точности и чистоты обрабатываемых поверхностей. Этот способ требует наиболее длительных подсчетов, так как в этом случае необходимо произвести полный расчет основной заработной платы производственных рабочих и цеховых накладных расходов по обработке заданной детали в соответствии с формулой (10).

Точный подсчет себестоимости обработки особенно необходим при сравнении работ на станках, требующих сложной наладки, затраты на которую должны приниматься в расчет. Это, в частности, относится к автоматам, полуавтоматам, агрегатным и уникальным станкам. В подобных случаях следует произвести сравнительные расчеты себестоимости обработки. Для этого необходимо знать не только нормы времени на обработку, но и цеховые накладные расходы по каждому из сопоставляемых станков, что практически часто оказывается затруднительным.

Следует помнить, что сравнение экономичности изготовления детали на двух (или больше) станках можно производить исходя из себестоимости обработки только при условии, что вид заготовки для обоих станков будет один и тот же. Если же для сравниваемых станков должны применяться заготовки разного вида, то сравнивать надо *по себестоимости детали* (сумма затрат на материал, основной заработной платы производственных рабочих и цеховых накладных расходов) при изготовлении на каждом из сопоставляемых станков.

Метод технико-экономического сравнения вариантов технологического процесса с более подробными расчетами изложен в п. Р настоящего параграфа.

При сравнении себестоимости обработки партии деталей (в серийном производстве) на разных станках следует учитывать влияние количества деталей в партии, так как стоимость наладки, приходящаяся на одну деталь, зависит от количества деталей, которые надо обработать за одну наладку станка. Чем больше деталей в партии, тем меньше доля стоимости наладки станка приходится на одну деталь и, следовательно, тем меньше себестоимость обработки детали на данном станке. При каком количестве деталей в партии себестоимость обработки будет одинакова на двух сопоставляемых станках или при каком количестве деталей себестоимость обработки будет больше или меньше на одном из этих станков, можно решить на основании двух уравнений себестоимости обработки партии деталей, составленных для каждого из двух сопоставляемых станков.

Пусть y — полная себестоимость обработки партии деталей на станке; x — количество деталей в партии; и — стоимость обработки одной детали соответственно на первом и втором станках, равная произведению штучного времени обработки на заработную плату производственного рабочего с накладными расходами в единицу времени; E_1 и E_2 — стоимость наладки соответственно первого и второго станков, равная произведению времени наладки на заработную плату с накладными расходами в единицу времени. Стоимость наладки станка является величиной постоянной для данного станка и не зависящей от количества деталей в партии.

Отсюда полная себестоимость обработки партии деталей на первом станке

$$Y = x \cdot i + E_1 \quad (13)$$

Аналогично полная себестоимость обработки партии деталей на втором станке

(И)

Как видно, каждое из уравнений представляет собой уравнение прямой.

Если в осях координат по абсциссе отложить количество деталей в партии x , а по ординате — себестоимость обработки партии деталей y , то получим положение прямых для первого и второго станков (рис. 32). Точка пересечения прямых (x_0, y_0) определяет количество деталей в партии, равное x_0 , при котором себестоимость обработки партии, равная y_0 , одинакова на обоих станках. При количестве деталей в партии менее x_0 себестоимость обработки меньше на первом станке, а при количестве деталей более x_0 себестоимость обработки меньше на втором.

Написав уравнения (13) и (14) для точек x_0, y_0 и приравняв их, можно определить x_0 :

$$\begin{aligned} Y_0 &= x_0 \cdot i_1 + E_1 & x_0 \cdot i_2 + E_2 \\ x_0 (i_1 - i_2) &= E_2 - E_1 \\ x_0 &= \frac{E_2 - E_1}{i_1 - i_2} \end{aligned} \quad (15)$$

Подставив в уравнения значение x_0 , получим величину y_0 . Этими формулами можно пользоваться для определения величин x_0 и y_0 и без графического построения.

Если прямые, выражающие полную себестоимость обработки партии деталей, не пересекаются, то на одном станке, для которого прямая проходит ниже, себестоимость обработки будет меньше при любом количестве деталей.

Часто при выборе станка того или другого типа возникает вопрос, в течение какого срока окупится стоимость более дорогого из двух сопоставляемых станков.

Предполагается, что более дорогой станок является более производительным и стоимость обработки на нем ниже, чем на другом, менее дорогом станке.

В этом случае срок (число лет H), в течение которого окупится стоимость более дорогого станка, можно подсчитать по формуле

$$C_{\text{ст.1}} - C_{\text{ст.2}}$$

где $C_{\text{ст.1}}$ — стоимость первого, более дорогого станка;

$C_{\text{ст.2}}$ — стоимость второго станка;

$5г$ — стоимость обработки детали на первом станке;

$5г$ — стоимость обработки детали на втором станке;

N — количество деталей или изделий по годовой производственной программе.

При проектировании технологического процесса обработки детали, когда составляется план и выбирается метод ее обработки, одновременно с выбором типа и размера станка надо установить, какое *приспособление* необходимо для выполнения на данном станке намеченной операции.

Если требуется нормальное приспособление универсального типа, являющееся принадлежностью станка (тиски, люнет, угольник, поворотный стол, делительная универсальная головка и т. п.), то указывается только его наименование. При использовании универсально-сборного приспособления (УСП) делается соответствующее указание. Если же для данной операции требуется специальное приспособление, то в технологической карте указывается: «специальное приспособление».

Исходя из условий и требований обработки технолог обычно разрабатывает только схему или общий вид необходимого приспособления, а в некоторых случаях указывается только принцип его устройства.

При проектировании же рабочего технологического процесса производится конструктивная разработка приспособления с изготовлением рабочих чертежей. Обычно это выполняется в заводских конструкторских бюро приспособлений.

В крупносерийном и массовом производстве применяются главным

образом специальные приспособления, которые сокращают вспомогательное и основное время больше, чем универсальные, при более высокой точности обработки. Применение приспособлений при этих видах производства экономически оправдывается; в каждом отдельном случае решается вопрос лишь о конструкции приспособления и о том, на какое количество одновременно обрабатываемых деталей его следует конструировать.

В единичном и мелкосерийном производстве широко применяется обработка без приспособлений или с приспособлениями универсального типа, которые обычно являются принадлежностью станков. Если же намечается потребность в изготовлении специального приспособления для обработки деталей единичного и мелкосерийного производства, то, прежде чем начать его конструктивную разработку, необходимо выяснить экономическую целесообразность его применения; это определяется на основании сопоставления себестоимости обработки детали без приспособления и с приспособлением; при исчислении себестоимости обработки детали с приспособлением учитывается себестоимость приспособления, приходящаяся на одну деталь.

Это можно установить следующим образом. Себестоимость обработки одной детали без приспособления

$$£1 = \Lambda_1 + \#1.$$

(17)

где P_1 — основная заработная плата производственных рабочих при обработке одной детали без приспособления;

$\#1$ — цеховые накладные расходы при обработке одной детали без приспособления.

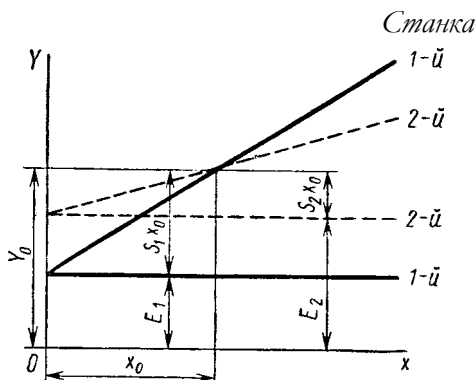


Рис. 32. Графический способ сравнения себестоимости обработки партии деталей на двух станках

Себестоимость обработки 52 той же детали с применением приспособления

$$= + \wedge_2 + \sim III \sim' \quad (O\textcircled{R})$$

где P_1 — основная заработная плата производственных рабочих при обработке той же детали с приспособлением;

#2 — цеховые накладные расходы при обработке той же детали с приспособлением;

B — себестоимость приспособления;

H — продолжительность использования приспособления в годах;

N — количество изготавливаемых деталей в год.

Вычитая из уравнения (17) уравнение (18), получаем

$$5_1 - 5_2 = (P_1 + \wedge_2) - \wedge P_2 + \wedge_2 + . \quad (19)$$

Если величина $5_1 - 5_2$ будет положительной, значит себестоимость обработки без приспособления больше, чем себестоимость обработки с применением приспособления, и в этом случае применение приспособления выгодно; в противном случае применение приспособления экономически нецелесообразно.

Следует также проверить экономическую целесообразность изготовления приспособления новой конструкции при имеющемся старом приспособлении. В этом случае формулу (18) надо написать для применения старого и нового приспособлений.

Согласно формуле (18) себестоимость обработки детали с применением старого приспособления

$$5_2 = -P_1 + \wedge_2 + >$$

а себестоимость обработки детали с использованием нового приспособления

$$5_3 = \wedge_3 + \wedge_3 + -p[M >$$

где B_2 — себестоимость нового приспособления.

Если $5_1 - 5_3 > 0$, то изготовление нового приспособления экономически целесообразно. Однако такой расчет будет правильным, если старое приспособление амортизировано полностью; если же старое приспособление полностью не амортизировано, то оставшаяся часть его стоимости должна быть перекрыта экономией, получающейся от применения нового приспособления; если эту оставшуюся, не амортизированную часть стоимости старого приспособления обозначим через K , то должно быть соблюдено неравенство

$$K < (Y, - 5_3) \text{ ЛШ.} \quad (20)$$

Одновременно с выбором станка и приспособления для каждой операции выбирается необходимый *режущий инструмент*, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемых точности и класса чистоты обработанной поверхности; указываются краткая характеристика инструмента, наименование и размер, марка материала и номер стандарта или нормали в случае применения стандартного или соответственно нормализованного инструмента.

Если для данной операции требуется специальный инструмент, то в технологической документации отмечается: «специальный инструмент», и в этом случае должны быть разработаны чертежи его конструкции.

Применение того или другого типа инструмента и материала его режущей части зависит от следующих основных факторов: вида станка; метода обработки, режимов и условий работы; материала обрабатываемой детали, ее размера и конфигурации; требуемых точности и класса чистоты обработки; вида производства (единичное, серийное, массовое)*.

* Эти вопросы подробно излагаются в курсе «Металлорежущие инструменты».

Затраты на инструмент входят в себестоимость обработки (по статье накладных расходов), поэтому, выбирая инструмент в соответствии с принятым методом обработки, необходимо стремиться к полному использованию его режущих свойств.

Выбор материала режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Для изготовления режущей части инструмента применяют: а) твердые сплавы; б) инструментальные стали углеродистые, легированные, быстрорежущие; в) минералокерамические сплавы; г) алмазы (естественные и искусственные).

Вследствие высокой режущей способности рекомендуется широкое применение металлокерамических твердых сплавов и минералокерамических сплавов. Для обработки стали применяют титановольфрамовые твердые сплавы. Так как повышение содержания титана повышает одновременно с режущей способностью хрупкость сплава, то при тяжелых условиях работы (обдирка с переменным припуском, наличие ударной нагрузки, недостаточная жесткость системы станок — приспособление — инструмент — деталь) применяют сплавы с низким содержанием титана, а для отделочных работ — с высоким. В случае выкрашивания титановольфрамовых сплавов при обработке сталей возможно применение вольфрамовых сплавов.

Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов применяют вольфрамовые сплавы.

Минералокерамические сплавы применяют для чистовой и получистовой обработки без ударной нагрузки и при достаточно жесткой системе станок — приспособление — инструмент — деталь.

Инструментальные стали широко применяются: а) при невозможности полностью использовать режущие свойства твердых сплавов в связи с малой мощностью и недостаточной скоростью станка, несбалансированностью детали и др.; б) для сложных и фасонных инструментов; в) для инструментов, работающих на низких скоростях резания (например, при ручных работах).

Наиболее употребительной из инструментальных сталей является быстрорежущая.

Легированные стали, незначительно деформирующиеся при термической обработке, рекомендуются для фасонных инструментов сложной конфигурации, работающих на низких скоростях резания, а также при нешлифованном профиле.

Углеродистые стали используются для инструментов, работающих на низких скоростях резания, в частности для мелких и ручных инструментов.

Алмазы применяются для чистовой отделочной обработки при высоких скоростях резания.

При выборе и установлении метода обработки наряду с режущим инструментом указывается *измерительный инструмент*, необходимый для измерения детали в процессе ее обработки, с краткой его характеристикой: наименование, тип, размер.

При единичном производстве, когда размеры деталей, обрабатываемых на данном станке, весьма разнообразны, применяется измерительный инструмент общего назначения, т. е. такой, которым можно проверять различные размеры, например линейки, кронциркули, штангенциркули, микрометры, нутромеры, глубиномеры, штихмассы, измерительные приборы и т. п. В серийном и массовом производстве с частой повторяемостью деталей одних и тех же размеров применяется специальный жесткий измерительный инструмент — калибры и шаблоны, а также измерительные приспособления, приборы, автоматические устройства.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида и размера измеряемой поверхности и требуемой точности.

И. Определение размеров обрабатываемых поверхностей

Для каждого перехода, входящего в состав операции, выполняемой на данном станке, указываются расчетные размеры обрабатываемой поверхности. Эти размеры отличаются от размеров окончательно обработанной детали, поставленных на чертеже. По расчетным размерам обрабатываемой поверхности — диаметру и длине или ширине и длине — подсчитывается время, необходимое для выполнения обработки при данном переходе. Кроме того, по диаметру и числу оборотов может быть подсчитана скорость резания.

Диаметр обрабатываемой поверхности указывается наибольший, т. е. полученный после предыдущей обработки (заготовки или предыдущего перехода), при которой был оставлен припуск для последующей обработки, например диаметр готового вала 60 мм, диаметр заготовки вала 65 мм. Если для окончательной чистовой обточки вала оставляется припуск 1 мм, то его диаметр после чернового обтачивания должен быть равен 61 мм. При подсчете времени для черновой обработки расчетный диаметр будет равен 65 мм, для окончательной чистовой — 61 мм. Число оборотов детали при назначенной скорости резания определяется по этим расчетным диаметрам.

При строгании для определения числа двойных ходов при назначенной скорости резания размер длины указывается в направлении рабочего движения, а размер ширины — в направлении подачи.

Расчетный размер длины складывается из размера длины обрабатываемой поверхности и размеров на подход и выход (врезание и перебег) инструмента.

Размеры врезания и перебега инструмента определяют путем расчета (см. далее при расчете основного технологического времени) или принимают по готовым табличным данным справочников.

Расчетный размер ширины обрабатываемой поверхности складывается из окончательного размера ширины готовой детали и размера припуска на ширину (если он имеется).

Кроме того, при необходимости брать пробную стружку надо к указанным размерам прибавить общую длину проходов при взятии пробных стружек.

Эту общую длину проходов принимают в зависимости от размера обрабатываемой поверхности в пределах 6—8 мм, а иногда 10 мм.

Таким образом, расчетная длина обработки l (или l') будет иметь следующее выражение:

при отсутствии пробных стружек

$$l = l_0 + l_{\text{вп}} + l_{\text{п}} \quad \text{мм} \quad (21)$$

при взятии пробных стружек

$$l' = l_0 + l_{\text{вп}} + l_{\text{п}} + l_{\text{стр}} \quad \text{мм} \quad (22)$$

где l_0 — длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{\text{вп}}$ — длина врезания (подхода) инструмента, мм;

$l_{\text{п}}$ — длина перебега (выхода) инструмента, мм;

$l_{\text{стр}}$ — общая длина проходов при взятии пробных стружек (если это предусматривается), мм.

К. Определение режимов резания металла

Одним из главных факторов технологического процесса является режим резания, устанавливаемый при обработке детали.

Режим резания металла включает в себя следующие определяющие его основные элементы: глубину резания t в мм; подачу s в мм; скорость резания v в м/мин или число оборотов шпинделя станка n в об/мин.

Исходными данными для выбора режима резания являются:

- 1) данные об обрабатываемой детали (рабочий чертеж и техническое условие): а) род материала и его характеристики (марка, состояние, механические свойства); б) форма, размеры и допуски на обработку; в) допускаемые отклонения от геометрической формы (овальность, конусность, огранка, допускаемые погрешности взаимной координации отдельных поверхностей и т. д.); г) требуемая чистота — шероховатость, т. е. класс чистоты (микрogeометрия) обрабатываемой поверхности; д) требования к состоянию поверхностного слоя (допускаемое упрочнение, отпуск);
- 2) сведения о заготовке (чертеж и технические условия): а) род заготовки; б) величина и характер распределения припусков; в) состояние поверхностного слоя (наличие корки, окалины, упрочнения);
- 3) паспорт станков.

Элементы режимов резания выбираются таким образом, чтобы была достигнута наибольшая производительность труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Это требование выполняется при работе инструментом рациональной конструкции (правильно подобранный материал, наивыгоднейшая геометрия, необходимая прочность, жесткость и виброустойчивость, износоустойчивость и др.), а также если станок не ограничивает полного использования режущих свойств инструмента. Режим резания устанавливают исходя из особенностей обрабатываемой детали и характеристики режущего инструмента и станка.

Выбор элементов режима резания неотделим от выбора режущего инструмента с точки зрения его материала, конструкции и геометрии режущей части.

Для достижения наибольшей производительности следует принимать меры к увеличению эксплуатационных возможностей станков. К числу таких мероприятий можно отнести:

- 1) повышение числа оборотов шпинделей путем смены шкивов, зубчатых колес, электродвигателей привода;
- 2) повышение мощности и тяговой силы оборудования путем замены электродвигателей, применения натяжных устройств для ремней и т. д.;
- 3) увеличение прочности лимитирующих (наиболее слабых) звеньев механизмов;
- 4) увеличение жесткости обрабатываемых деталей и надежности их крепления путем применения специальных зажимных устройств и приспособлений;
- 5) улучшение эксплуатационных свойств режущего инструмента, повышение его прочности и надежности крепления и т. д.

При проектировании технологических процессов, а также и в производственной практике определение величин элементов режима резания производится обычно по готовым таблицам и графикам руководящих нормативов, составленных на основании расчетных формул. Однако в отдельных случаях необходимо произведенный выбор величин элементов режима резания подтвердить расчетом.

В этом случае должны быть подсчитаны: величина подачи s , скорость резания V , число оборотов n , величины усилий P_z , P , P_{Σ} , крутящий момент $M_{кр}$, эффективная мощность резания $P_{\text{эф}}$, потребная мощность на приводе станка A/n , которая сопоставляется с мощностью электродвигателя станка $A_{\text{ст}}$, коэффициент использования станка по мощности $\eta_{\text{м}}$. Формулы для расчета приведены в табл. 5.

Значения постоянных коэффициентов и показателей степеней в формулах для определения скоростей и сил резания, а также поправочных коэффициентов для скорости и сил резания при измененных условиях обработки приводятся в нормативах режимов резания*.

* Нормативы Научно-исследовательского бюро технических нормативов (НИБТН).

Формулы для расчета величин элементов режимов резания

Элементы режима резания	Формулы	Обозначения в «формулах»
1. Подача	$\bullet \text{ мм}$	« — подача, мм ; u — сечение стружки, мм² f — глубина резания, мм
2. Скорость резания	$\bullet \text{ м/мин}$	v — скорость резания (м/мин) при выбранном периоде стойкости режущего инструмента, равном T , мин ; f_z — глубина резания, мм ; y — подача, мм/об ; x, y, u — показатели степени соответственно при глубине резания и подаче; C_u — постоянная величина, зависящая от материала инструмента, обрабатываемого материала, вида обработки, характера обработки (черновая, чистовая), наличия охлаждения и др.
3. Зависимость скорости резания от периода стойкости	$\gg \Gamma, \ll \Gamma \left(T^{\frac{1}{n}} \right) \text{ м/мин}$	v_T — скорость резания при выбранном периоде стойкости режущего инструмента, равном T , мин ; v_T — скорость резания при периоде СТОЙКОСТИ T_x n — показатель относительной стойкости V — скорость резания, м/мин ; d — диаметр обрабатываемой детали, мм
4. Скорость резания при заданном числе оборотов	$\frac{v}{1000} \text{ об/мин}$	V — скорость резания, м/мин ; d — диаметр обрабатываемой детали, мм
5. Число оборотов при выбранной скорости резания	$\frac{v}{1000} \text{ об/мин}$	n — число оборотов шпинделя в минуту
6. Составляющие силы резания	$P = C_p \cdot v^{p_z} \cdot f^{p_f} \cdot \kappa \Gamma \text{ (н)}$ $P_i \sim C_p \cdot v^{p_z} \cdot f^{p_f} \cdot \kappa \Gamma \text{ (н)}$ $P_r \sim C_p \cdot v^{p_z} \cdot f^{p_f} \cdot \kappa \Gamma \text{ (н)}$ $P_x \sim C_p \cdot v^{p_z} \cdot f^{p_f} \cdot \kappa \Gamma \text{ (н)}$	P_i — вертикальная (тангенциальная) составляющая силы резания, кГ (н) ; P_r — радиальная составляющая силы резания, кГ (н) ; P_x — осевая составляющая силы резания, кГ (н) ; C_p, C_r, C_x — коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала (в СИ значения коэффициентов в 9,81 раза больше); f_z — глубина резания, мм ; y — подача на один оборот, мм ; $G_o, \Delta G_r, x, y$ — показатели степеней при глубине резания и подаче; U_p, U_r — показатели степеней при подаче $M_{кр}$ — крутящий момент, кГ/мм
7. Крутящий момент	$M_{кр} = P_r \cdot 2 \sim \kappa \Gamma \cdot \text{мм}$	

Элементы режима резания	Формулы	Обозначения в формулах
8. Эффективная мощность на резце	$[в СИ M_{\text{эпр}} = P_i (9,81 \times 10^{-3}) \text{ я} \cdot \Lambda^{\wedge}$ $- 60-75-1,36 \text{ кВт}$ $(в СИ B_{\text{д}} = P_z \cdot \Lambda^{\wedge} \cdot \dot{y} \sim^3 \text{ кВт})$	P_z — вертикальная составляющая силы резания, $кГ (н)$; $\dot{y}$ — диаметр детали, $мм$ N_2 — эффективная мощность на резце, $кВт$ -, P_z — вертикальная составляющая силы резания, $кГ (н)$ V — скорость резания, $м/мин (м/сек)$
9. Необходимая мощность на приводе станка	$M_{\text{пр}} P \cdot 1) - 60-102T) \text{ кВт}$ $\sqrt{\frac{P_{\text{д}} \cdot \Lambda O z^3}{в СИ \Lambda^{\wedge} \text{пр} - \text{кВт} \cdot \Lambda}}$	$N_{\text{пр}}$ — необходимая мощность на приводе станка, $кВт$; $г$ — к. п. д. станка (по паспорту станка в среднем 0,80—0,85) $\tau_{\text{м}}$ — коэффициент использования станка по мощности; $\Lambda_2^{\wedge} \text{пр}$ — необходимая мощность на приводе станка, $кВт$; $\Lambda_{ГД}$ — мощность электродвигателя выбранного станка, $кВт$
10. Коэффициент использования станка по мощности	$\Lambda^{\wedge} \text{пр}$ $\tau_{\text{м}} = N / y_{\text{сх}}$	

Примечания:

1. В скобках поставлены единицы измерения в СИ.
2. Действительное число оборотов станка принимается по паспорту станка, ближайшее к расчетному.
3. В целях наименьшей затраты времени на обработку необходимо, чтобы произведение $\Lambda \cdot B$ было максимальным из возможных для данного станка величин Λ и B ; тогда основное (технологическое время $t_{\text{р}}$ будет наименьшим, что видно из формулы, приведенной далее в п. 4 настоящего параграфа.
4. В том случае, когда мощность электродвигателя выбранного станка $N_{\text{ГД}}$ меньше по расчету $\Lambda^{\wedge} \text{пр}$, следует снизить скорость резания, а не подачу.

При многоинструментной обработке, т. е. при технологической наладке, предусматривающей одновременно обработку нескольких поверхностей несколькими инструментами (принцип концентрации операций), режимы резания наладки определяются по лимитирующему инструменту (резцу), у которого в условиях одноинструментной обработки машинное время резания металла является наибольшим.

Для остальных инструментов скорость резания подбирается таким образом, чтобы машинное время этих инструментов было наиболее близко к машинному времени лимитирующего инструмента, у которого оно является наибольшим.

Для более подробного расчета режимов резания при многоинструментной обработке пользуются также соответствующими руководящими и нормативными материалами*.

Установив режимы резания по каждой операции (переходу, позиции), определяют норму времени для ее выполнения и указывают разряд, соответствующий квалификации данной работы.

Л. Определение нормы времени на обработку

В число основных факторов, составляющих технологический процесс, входит время, потребное на обработку детали. Оно является нормой времени на выполнение определенной работы. Норму времени определяют на

* Научно-исследовательского института технологии автомобильной промышленности (НИИТавтопром), НИБТН и др. Также см.: М. Е. Егоров, В. И. Дементьев и др. Технология машиностроения. М., «Высшая школа», 1965.

основе технического расчета и анализа исходя из условий возможно более полного использования технических возможностей оборудования и инструмента в соответствии с требованиями к обработке данной детали (или сборке изделия) при определенных организационно-технических условиях с учетом передового производственного опыта.

В машиностроительном производстве при обработке деталей на металлорежущих станках определяется норма времени на отдельные операции (комплекс операций) в минутах (долях минут) или норма выработки деталей (изделий) в штуках в единицу времени (час, смену).

Техническая норма времени, определяющая затрату времени на обработку (сборку или другие работы), служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали и изделия. На основе технических норм рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов (или отдельных участков), производится все планирование производства.

При выборе оптимальных вариантов технологических процессов обработки деталей или сборки изделий наряду с другими технико-экономическими показателями норма времени является одним из основных критериев для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее производительного варианта.

Норма времени должна устанавливаться в расчете на нормальные условия работы, на применение оптимальных режимов резания, оптимальных припусков, централизованной заточки инструмента и на выполнение ряда других условий производства, обеспечивающих своевременное и непрерывное обслуживание рабочего места всем необходимым для выполнения бесперебойной работы*.

Для определения общей нормы времени на механическую обработку одной детали предварительно определяют отдельно по каждой операции норму штучного времени (или, иначе, штучное время) на операцию $\zeta_{шт}$. Норма штучного времени на операцию $\zeta_{шт}$ подсчитывается по формуле

$$\zeta_{шт} = \zeta_0 + \zeta_в + \zeta_{т.об} + \zeta_{о.об} \text{ "T" } \zeta_{ф} \text{ мин,} \quad (23)$$

где ζ_0 — основное (технологическое) время, мин;

$\zeta_в$ — вспомогательное время, мин;

$\zeta_{т.об}$ — время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

$\zeta_{о.об}$ — время на организационное обслуживание рабочего места, мин;

— время на физические потребности, мин.

Основное время будет *машинно-автоматическим*, если процесс обработки совершается только станком без непосредственного участия рабочего; оно будет *машинно-ручным*, если процесс снятия стружки совершается станком при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего.

Вспомогательное время может быть ручным, машинным или машинно-ручным (например, автоматическое перемещение суппорта станка, установка и снятие обрабатываемой детали с помощью подъемно-транспортных устройств и проч.).

Вспомогательное время может быть также перекрываемым или не перекрываемым машинным временем.

Сумма основного (ζ_0) и вспомогательного ($\zeta_в$) времени составляет *оперативное время* $\zeta_{оп}$:

$$\zeta_{оп} = \zeta_0 + \zeta_в \text{ мин.} \quad (24)$$

* Подробнее о нормировании см.: М. Е. Егоров, В. И. Демьянов и др. Технология машиностроения. М., «Высшая школа», 1965.

Кроме вышеуказанных элементов времени, при серийном (и единичном) производстве предусматривается *подготовительно-заключительное, время*, которое в норму штучного времени не входит и определяется отдельно на всю партию деталей; при этом величина подготовительно-заключительного времени не зависит от размера партии.

Время на техническое обслуживание рабочего места исчисляют в процентах от основного (технологического) времени, а время на организационное обслуживание, а также время на физические потребности исчисляют в процентах от оперативного времени.

Исходя из этого, *формула нормы штучного времени* (23) может быть написана в следующем виде:

$$t_{шт} = t_0 + \alpha_o T_{00} + \beta T_{16} + \gamma T_{00} \text{ мин}, \quad (25)$$

или

$$t_{шт} = t_0 + \alpha_v + t_0 j_{qq} + (K + \beta) (\gamma + \delta) \text{ мин}, \quad (26)$$

где α — число процентов от основного (технологического) времени, выражающее время на техническое обслуживание рабочего места;

j_3 — число процентов от оперативного времени, выражающее время на организационное обслуживание рабочего места;

γ — число процентов от оперативного времени, выражающее время на физические потребности.

Для упрощения подсчета нормы штучного времени время технического обслуживания можно выразить в процентах по отношению к оперативному времени (α не к основному), для чего надо пересчитать время технического обслуживания, взятое в процентах к основному (технологическому), на процентное соотношение к оперативному (т. е. к сумме основного и вспомогательного времени); для этого надо знать соотношение основного и вспомогательного времени.

В этом случае формула нормы штучного времени (25) будет иметь следующий вид:

$$t_{шт} = t_0 + \alpha_v + (t_0 + \alpha_v) \beta_3 + (t_0 + \alpha_v) (\gamma + \delta) \text{ мин}, \quad (27)$$

или

$$t_{шт} = (t_0 + \alpha_v) [1 + \beta_3 + (\gamma + \delta)] \text{ мин}, \quad (28)$$

или

$$t_{шт} = t_{оп} (1 + \beta_3 + \gamma + \delta) \text{ мин}, \quad (29)$$

где α_v — число процентов от оперативного времени, выражающее время на техническое обслуживание рабочего места.

Указанные формулы являются основными для подсчета нормы штучного времени.

Сумма штучного времени по всем операциям составляет общее время обработки детали

$$T_{шт} = \sum t_{шт}. \quad (30)$$

Норма времени на обработку данной партии деталей T_a (для одной операции) определяется по формуле

$$T_n = t_{шт} \cdot n \text{ Г.п.з.}, \quad (31)$$

где n — количество деталей в партии, шт.;

$T_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время на всю партию деталей, мин.

Норма общего калькуляционного времени на 1 шт, или штучно-калькуляционного времени на операцию /_к, равна

$$*K = \Lambda = \Gamma_{ш} X + -\%1-. \quad (32)$$

Таким образом, норма штучно-калькуляционного времени отличается от нормы штучного времени на величину подготовительно-заключительного времени, причитающуюся на одну деталь.

При станочной работе рабочему дается норма времени на обработку одной детали или норма выработки в смену.

Норма выработки в смену $N_{см}$ в штуках выражается следующей формулой:

$$N_{шт} \quad (33)$$

где $T_{см}$ — продолжительность рабочей смены, мин.

Норма выработки за один час в штуках равна

$$N_4 = \frac{P_{шт}}{\xi_{шт}} \quad (34)$$

Норма выработки характеризует производительность труда.

В случае изготовления из одной заготовки нескольких деталей одновременно (например, поршневых колец из гильзы) время на одну деталь (в указанном примере — на одно кольцо) определяется делением общей суммы времени обработки заготовки [по формулам (25) — (29)] на число одновременно обрабатываемых деталей, получаемых из данной заготовки.

Нормирование при многостаночной работе (дополнительно см. далее § 7 настоящей главы). Норма времени на операцию при многостаночной работе состоит из тех же основных частей, что и при работе на одном станке. В этом случае под основным (технологическим) временем подразумевается машинно-автоматическое время $\xi_{м.а}$ а вспомогательное время может быть двух видов: вспомогательное перекрывающееся /_{в.п} и вспомогательное неперекрывающееся (_{в.н}). Под $\xi_{в.п}$ понимается вспомогательное время, перекрываемое машинным временем на одном станке, под /_{в.н} — вспомогательное время, которое не перекрывается машинным временем на одном станке.

Во вспомогательное время, помимо других затрат времени, входит также время, необходимое на переходы рабочего от одного станка к другому, на взятие пробных стружек.

Машинно-автоматическое время $t_{м.а}$ определяется расчетом по обычным формулам, указанным далее, а вспомогательное время — по нормативам, так же как и при работе на одном станке.

Время на техническое обслуживание $\xi_{т.об}$ и время на организационное обслуживание рабочего места $\xi_{о.об}$, а также время на физические потребности часто объединяют для удобства расчетов в одну дополнительную затрату времени ξ_{∂} :

$$(\partial = \xi_{т.об} \xi_{о.об} \text{ "Б } \xi_{\partial} \text{ мин.} \quad (35)$$

Дополнительная затрата времени нормируется по указанным элементам на рабочую смену по соответствующим нормативам. Эта дополнительная затрата времени не входит в длительность цикла и рассчитывается отдельно.

Под циклом многостаночной работы понимается период времени, течение которого регулярно выполняются одни и те же повторяющиеся работы на всех обслуживаемых рабочим станках.

Циклограмма многостаночной работы показана на рис. 33. Длительность цикла T_u при многостаночной работе складывается из машинно-автоматического времени $t_{ма}$ и вспомогательного неперекрывающегося ($t_{в.п}$ времени, т. е.

$$T_u = t_{ма} + t_{в.п} \text{ мин}; \quad (36)$$

при этом вспомогательное перекрывающееся время и время переходов рабочего от станка к станку перекрываются машинно-автоматическим временем.

Машинно-автоматическое время $t_{ма}$ каждого из обслуживаемых станков при выполнении на них одной и той же операции (станки-дублиеры) будет полностью использовано в том случае, когда оно перекроет вспомога-

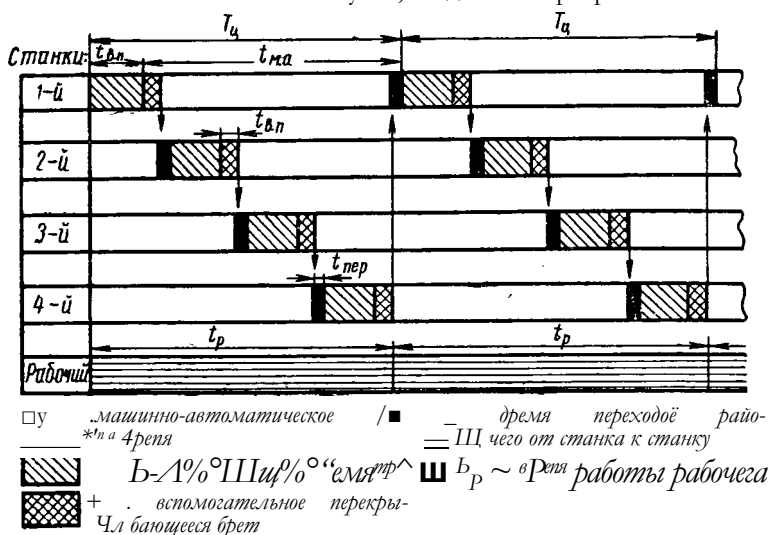


Рис. 33. Циклограмма многостаночной работы (при полном использовании машинно-автоматического времени)

тельное неперекрывающееся $t_{в.п}$ время всех станков, кроме одного, вспомогательное перекрывающееся время $t_{в.п}$ и время на переходы рабочего по всем обслуживаемым станкам $t_{пер}$, т. е.

$$t_{в.п} = t_{в.п} (5p - 1) / 4 + (t_{в.п} + t_{пер}) / 5p \quad (37)$$

где $5p$ — количество станков, обслуживаемых одним рабочим.

Отсюда

$$= \frac{t_{ма}}{5p} + \frac{t_{в.п} + t_{пер}}{5p} \quad (38)$$

Если расчетное число станков N_p получится с дробью, то дробь отбрасывается; полученное число называется принятым количеством станков.

Если станки, обслуживаемые одним рабочим, одинаковы и выполняют одну и ту же операцию, то $t_{ма}$ у них равны; если же станки разные или одинаковые, но выполняют разные операции, то для расчета надо принимать $t_{ма}$ того станка, у которого оно меньше.

Норма выработки в смену при многостаночной работе определяется количеством деталей, обрабатываемых на каждом из обслуживаемых станков в отдельности, или суммарной нормой выработки для всех станков.

При работе на станках-дублерах норму выработки за смену в штуках N' , можно определить также по следующей формуле (если станочник сам не налаживает станки):

$$N' / U_{ем} = 5p \cdot N_{шт} \quad (39)$$

где Y_p — количество станков, обслуживаемых одним рабочим;

T_{CM} — продолжительность рабочей смены, мин;

t_A — дополнительная затрата времени, мин;

$T_{ц}$ — длительность цикла, мин.

Если станочник сам налаживает обслуживаемые станки, норма выработки за смену вштуках N''_{ar} равна

$$N''_{CY} = g_p \frac{T_{em} - (<_A + <_{п.з})}{T_{ц}} \text{ шт.}, \quad (40)$$

где $t_{п.з}$ — подготовительно-заключительное время, приходящееся на 1 шт.

Методы и порядок определения нормы времени по элементам. Определение технической нормы времени на обработку деталей производится на основании анализа работы и расчета по составным частям отдельных операций (аналитически-расчетный метод).

Для массового производства техническая норма рассчитывается по отдельным приемам, для серийного производства — по объединенной группе приемов, для единичного и мелкосерийного производства — путем применения норм, установленных на типовые технологические процессы или операции.

Норма времени на отдельные приемы или группы приемов ручной работы определяется по соответствующим нормативам времени, разработанным на основании данных хронометража, при проведении которого устанавливаются рациональная последовательность приемов работы, необходимость каждого приема и правильность его выполнения, возможность выполнения отдельных приемов в период машинного времени (перекрытие машинно-автоматическим временем).

Время машинной работы (основное — технологическое) определяется путем теоретического расчета по формулам (см. табл. 6), выведенным из кинематической схемы станка, а также в зависимости от режима резания. Остальные элементы времени (подготовительно-заключительное, вспомогательное, на техническое и организационное обслуживание рабочего места и на физические потребности) определяются по нормативам.

Норма времени на всю операцию получается как сумма элементов времени на машинную и ручную работу и другие действия в соответствии с вышеуказанными формулами.

Подсчет элементов времени производится в следующем порядке:

- 1) определяется подготовительно-заключительное время на всю партию деталей — при серийном и единичном производстве (по нормативам);
- 2) подсчитывается основное (технологическое) время (по формулам);
- 3) определяется вспомогательное время (по нормативам);
- 4) подсчитывается время на техническое и организационное обслуживание и на физические потребности (по нормативам).

Согласно формуле (26) последние элементы (п. 4) времени принимаются в виде процентной надбавки соответственно на основное и оперативное время или, согласно формуле (29), в виде суммы процентной надбавки на оперативное время.

Время на техническое обслуживание рабочего места для большинства станков колеблется в пределах 1,0—3,5% от основного (технологического) времени в зависимости от типа и размера станка.

Время на организационное обслуживание рабочего места при станочной работе в крупносерийном и массовом производстве колеблется в пределах 0,8—2,5% от оперативного времени в зависимости от типа и размера станка.

Для упрощения расчета в серийном производстве иногда принимают время на техническое и организационное обслуживание суммарно в размере 2—4% от оперативного времени в зависимости от типа обслуживаемых станков, кроме шлифовальных, для которых процент колеблется в пре-

делах 3,5—7,0%, а для бесцентрово-шлифовальных станков — в пределах 8—13% в зависимости от типа станков.

Время перерывов на отдых и физические потребности принимается в размере при единичном и серийном производстве 4—6%, при крупносерийном и массовом — 5—8% от оперативного времени в зависимости от типа станка.

При расчетах норм времени на станочные работы время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, а также время перерывов на отдых и физические потребности для разных типов станков и разных видов производства принимаются по утвержденным нормативам.

Время на техническое и организационное обслуживание и время перерывов на отдых и физические потребности исчисляются и суммируются для каждой операции технологического процесса отдельно.

Основное (технологическое) время, как указывалось выше, рассчитывается теоретическим путем. Принимая элементы режима резания по расчету или, как поступают обычно при проектировании, по готовым таблицам нормативов, рассчитывают время машинной обработки, пользуясь основной формулой, которая справедлива для всех видов обработки; выражение этой формулы видоизменяется в зависимости от того или другого вида обработки.

Основная формула основного (технологического) времени имеет следующее выражение:

$$t_0 = \frac{L}{v} + \frac{L_{вр}}{v_{вр}} + \frac{L_{п}}{v_{п}} + \frac{t_{об}}{n} \quad (41)$$

где t_0 — основное (технологическое) время, мин;

L — расчетная длина обработки в направлении подачи, мм, равная сумме $(L_0 + L_{вр} - L_{п})$;

L_0 — длина обрабатываемой поверхности, мм;

$L_{вр}$ — длина врезания инструмента, мм;

$L_{п}$ — длина перебега инструмента, мм;

n — число оборотов шпинделя в минуту для станков с вращательным движением или число двойных ходов в минуту для станков с прямолинейным движением;

v — подача за один оборот или на один двойной ход главного движения (движения резания), мм;

$t_{об}$ — число проходов.

Согласно формулам (21) и (22) в расчетный размер длины L входят длина врезания $L_{вр}$ и длина перебега $L_{п}$ инструмента.

Длина врезания $L_{вр}$ определяется по формулам в зависимости от того или другого вида обработки или обычно по готовым таблицам нормативов, составленным на основании формул. Длина перебега $L_{п}$ принимается по практическим данным в пределах 1—5 мм. Эти данные приводятся в соответствующих справочниках.

Формулы основного технологического (машинного) времени для различных видов обработки, представляющие собой видоизменения основной формулы (41), приведены в табл. 6.

Определение затраты времени на обработку методом сравнения. В практике проектирования механических цехов серийного производства, когда приходится нормировать большое количество деталей, определение затраты времени на обработку можно производить методом сравнения — графически или аналитически. Этот способ весьма удобен особенно при укрупненном

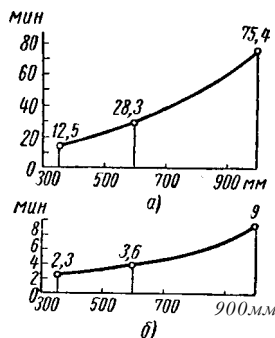


Рис. 34. Примерные графики определения времени обработки деталей:

а — расточка фланцев; б — обточка ? заглазки

СЙ I• q_с СОЯ -
та О >> ч_с Ж О Сн о 3_с § К_с"
н> со о с_р я 4_с 3_с 10_с 5_с m
у к > к * 10_с 7_с а. m
со е_с к к с 3 «о
О- I_с* X_с 15_с* *
о о о ,
а⁴
* ~ со • чйй *
3 а. К
* 33Е о_с ко
05 * ч 2 та аз та
2_с н >> о в 5_с
н 8-5 о 5_с
а> 5 х |
* ^ Х н
I а> с ж * 3_с О_с
, с о я о ч * 9_с §
со н с-в о *
со н о
со ж я 4 о_с в_с
ж х к
а> а_с 1_с ^ * 8
о 2 пз о_с
я а с * х я
х о »я - ■ я ч я я »я ,
с о 2 й I_с о_с 4_с
о я. сн ^ 2 ж
0 о ш о н а> 2 ж
1 я ^ г" с-1 к с
ч_с со а. 5_с § с со

• я с_р
ч ч со
я я- » в
т«⁰ *
I ч_с 5_с в' §
• L I 8. A1 a>
§ «■_с -
5 5 • • « 3_с
о о я 55 со
о I - о_с CO
ч_с 5_с L о_с 4_с
§ о о о та
я * > 9_с 5_с н
1811
н ■ а I
сн >. с о
о
о L ■ ^
«В К ИВ
« 2 « 2 • •
- д я_с 3_с
& ча я |
► а > с *
та 5 § I -
о I 5 в-« я
с п * -5
по 648
ч н н_с во,
* 9_с с_с я К н §
70 § я а 5 ^
по с о ж о с н
«о о я о ч_с я
ч сн сн о ч

о «о га я
о со га — я
ю я > о X
я я_с 14
нн_с сн_с
та к с н_с CO_с в ^
2_с н «Г_с 4
я ж о я а
с н. X ч я
о ф = я
с § ° I ос 2
н_с о) 5 3°
8 1
со н_с 5 22_с М П. я
со н_с 5 CO_с CO_с а в
о н I о) а в
н т_с с_с ж со
н > а> - та я о
с о-а | * я ^ CO
и я" ^
L "ш Ф ^
11*10 2_с ч
* с⁴ 1 C { а-
2 в & 2
Ф 6 я *■ »я сн
5 « н = ?" я 2
а. а⁴ ^ та я
I 3 ов > та я
5 5о

*
3

+ а +
+ ю н* ^
+ п_с о 5_с > — 4
+ + .

I O
o
i²

О о.
о о-в*
со н_с 2_с
« н_с
я я
L «
о
х ж
н о
ш я
к «
с_с о ч_с Γ*
та сн L

5? я

И 1 4⁰ ч >>
я о н
та 2_с К ч
о ч о
L (н та 2
н > а_с я я ^
* а о
н- о 3_с
р " < а> н ® в
я ч о

$l_{вр}$ — по формуле (42');
 $l_n = (0,5 \div 2) \text{ мм}$

l_0 — по формуле (46)

$$t_0 = \frac{(l_0 \text{ макс} + l_{вр} + l_n)}{s_{пр} n} \quad \text{мин};$$

$$l_{вр} = \frac{t}{\text{tg } \theta} + (2 \div 3) + \frac{t}{\text{tg } \varphi} \quad (1 \div 2) \text{ мм};$$

$$l'_{вр} = t + (1 \div 2) + \frac{t}{\text{tg } \varphi} + (1 \div 2) \text{ мм};$$

$l_n = (1 \div 3) \text{ мм}$ (в обоих случаях)

$$t_0 = \frac{\frac{l_0 \text{ макс}}{m} + l_{вр} + l_n}{s_{пр} n} \quad \text{мин};$$

$$l_0 = \frac{l_0 \text{ макс}}{m}$$

$$t_0 = \frac{l_0 + l_{вр} + l_n}{s_{пр} n} \quad \text{мин};$$

$$l_0 = \frac{f}{\cos \alpha} + \left(l' - f - \frac{D_2 - D_1}{2 \text{ tg } \varphi} \right) + \frac{D_2 - D_1}{2 \sin \varphi} + \left(l'' - \frac{D_3 - D_2}{2 \text{ tg } \varphi} \right) + \frac{D_3 - D_2}{2 \sin \varphi} + l''' \text{ мм};$$

$$l_{вр} = \frac{t}{\text{tg } \varphi} + (1 \div 2) \text{ мм};$$

$$l_n = (0 \div 3) \text{ мм}$$

Время работы резцов для обработки канавок перекрывается временем работы резца, перемещающегося по копиру в продольном направлении

l_0 — макс — длина резца, установленный продольная подача ступени наибольшей $l_{вр}$ и l_n — как указано выше.

Время работы других резцов, у которых длина хода меньше, в обоих случаях перекрывается временем работы резца с наибольшим ходом

l_0 — длина пути резца для 3-ступенчатой заготовки (вала) (для большого количества ступеней аналогично) по копиру, мм; f — ширина фаски в начале заготовки, мм; α — угол фаски, град; l', l'', l''' — длина соответственно 1, 2, 3-й ступени заготовки, мм; D_1, D_2, D_3 — диаметр соответственно 1, 2, 3-й ступени заготовки, мм; φ — главный угол резца в плане, град;

Если на какой-либо ступени, по причине большого припуска, обработка ведется в несколько проходов, то следует ввести для этой ступени множитель i — число проходов, например для 1-й ступени

$$\left(l' - f - \frac{D_2 - D_1}{2 \text{ tg } \varphi} \right) i.$$

Вид обработки Расчетные формулы Обозначения и пояснения

t_0 — по формуле (49);
$$t_{o.к} = \frac{l_0 + l_{вp} + l_n}{s_{ноп} n} \text{ мин;}$$

$$l_0 = \frac{D_2 - D_2'}{2} \text{ мм;}$$
$$l_{вp} = (0,5 \div 2) \text{ мм;}$$
$$l_n = 0$$

$$t_0 = \frac{(b_0 + b_1 + b_2)}{sn} i \text{ мин;}$$
$$n = \frac{v_{p.х} \cdot 1000}{L(1 + m)} \partial \partial. x / \text{мин;}$$
$$t_0 = \frac{(b_0 + b_1 + b_2) L(1 + m) i}{sv_{p.х} \cdot 1000} \text{ мин;}$$

$$b_1 = \frac{t}{tg \varphi} + (0,5 \div 2) \text{ мм;}$$
$$b_2 = (2 \div 5) \text{ мм}$$

t_0 — по формулам (51) и (53)

t_0 — по формулам (51) и (53);

$$b_1 = (0,5 \div 2) \text{ мм; } b_2 = 0$$
$$t_0 = \frac{(l_0 + l_{вp} + l_n)}{s_2 z n} i \text{ мин;}$$

(50)

(51)

(52)

(53)

ТО
а. >

CU X

я >
§ 2,1

2

Н
0 а > 0
н ч 0
с 3 то я
х

(50)

(51)

(52)

(53)

>Я
 о я ф со я
 0 1 2
 (0)р I К 0.
 5 К -8 Co 3
 X
 То ф - я
 Си О. К К
 к 3% 2 О.
 C 4° O C II -
 01 u 0
 о. 0
 ОА 3
 Ы I
 К 0
 ей<^
 О & 3 ^<ЭА
 К К O
 3* я ф 0»я
 I Co* 3 К X
 П C C К ф
 » СИ я в о.
 О .- CO И
 0 .- 0 > 5 А
 3 & & 1
 = O & 1 В-
 - % М *5 Я
 ф ф * * Я
 Ф C II 3* 3 > *
 О C II 8 C O C C ф
 Ф C II C T C C II

[illegible][illegible][illegible] α_3

c> £
0 0"3
0 B 3
0

a;
3?
Bo
 $5 \wedge a;$

T3
 $+$
 C^{9*}
 $+$
 C^{9*}

$$\begin{array}{ccc} + & & \bullet \ll \\ \gg \blacksquare \ll^a & & \\ + & & \end{array}$$
[illegible]

I 38
 r 3 I
 « 5
 ф я 3
 я 5 я
 та 5 о.
 н 2 5
 си * 5
 та еГ — ^
 * « си я о
 я 2 кс

3 та я
Λ то
co =я фн
си
co
си э
ф
ф
ф
к та си
ф я-е
си о хо
то
х у ф то
* = * си то

O
O
O.
C:

Обозначения и пояснения

[illegible][illegible][illegible]

«Я»

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \text{XO} \\ \text{O} \end{array}$$

3
A O
8
O-
*
§
§1
O. c3
c 2
≤K O

$$\begin{array}{r} \text{TO} \\ 5^3 \\ \text{CO}^3 \\ \text{CO}^1 \\ \text{O CO}^* \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ . \end{array}$$
$$O_M$$

53

 a_3
$$+ \mathcal{L}_{\text{e-}} +$$
$$\begin{array}{c} \text{CO} \\ \text{H} \\ \text{O} \\ 2 \end{array}$$
$$\frac{O}{C} = \frac{2}{3}$$
Я
О.
СO
IТ
ся
$$\begin{array}{c} \text{IO} \\ \text{O}^* \\ \text{T} \\ \ll \text{C} \end{array}$$
O
B

В?
 $\begin{matrix} X \\ a > 3 \\ a \Delta \\ \bullet \odot - a \\ \text{CH} \end{matrix}$
 $\begin{matrix} ! ? \text{я} \S 3 \\ | \text{O} a - \end{matrix}$
 $\begin{matrix} [\S \ll \blacksquare \\ \Gamma a' 3 \\ \Gamma \text{co} \text{я} \text{Kl} \\ \text{H O} \end{matrix}$

3«
А Г Ё >
3 0
“■ Я Ч И

Г
Я -3 3 Я
CO 3 Я 3 0 0
IM 3 0 < И
X 3 И Ш
2 0 Б

3
э ∫
&э га
а3
5
3
а3 3
0 « с
2 2 >
о.
и:

Нарезание
самооткрыва-
еся резбонаре-
зными самс-
ловками, самс-
еся метч-

[illegible] $\Gamma - \leq M$

$\begin{matrix} \text{Я} & \text{Х} & \text{S} \\ \text{С} & \text{О} & \text{Ct} \\ \text{O} & 0,0 & \text{H} \\ & -\text{Ч} & \text{O} \end{matrix}$ $\langle 20$

* g % *

T1\$з

K^ba s s .

> c ° c³
R C(CJ

" я * 53
" 2 p-g/
(3 m Q S
" 3 S c !
to 2 &0 4

\$ § | C

* » i *
! * i \$ S

S l g r e t-1 X
* S O я H
3 m n O₂
sk o o f e L

U " H o a m.
0 c s . A
S R G H Ч r a
s 52 = C и
A 51 3
1 S g c < 5
1 3 g c < 5
с н я н о а
M a s k c :

2 ^ 3 * «
 * 13
 ra 3 o x 3
 S - 82 m g
 4 a p y s
 a s tu ra h o
 I gg-sâ
 * 1
 5Q ■ ?
 as - I • II
 2c s ra
 5 qj . s O
 4 g R S
 4 < S.
 a a -g-e-
 ra l r i n ta
 S «Eio»
 U
 ra IO c S w
 ra IS 3 °
 ■ # 111
 3 * 8. |
 LUE
 Я с 2 3 3

[illegible][illegible]

5 + 9C « CM

$$\begin{array}{c} \Gamma \\ 3 \\ 2 \\ \\ + \\ \\ \text{a:} \\ \text{a} \\ \\ =* \\ \\ \frac{4}{\text{LO}} \frac{8}{>4} \end{array}$$
$$\begin{array}{c} \text{F} \\ \text{a} \\ ? \\ \\ \text{N}^3 \\ \\ + \\ \\ \text{V} \\ \text{3} \\ \text{a}^* \\ \text{HO} \\ \text{C}^* \text{B} \\ \text{CO} \wedge \\ \text{I}^- \\ \text{CH}'' \text{w} \\ *4- \bullet \\ \blacksquare \text{c} \textcircled{\text{B}} \\ \\ + \\ \\ \text{O} \\ \text{a} \\ \text{a.co} \\ \blacksquare \blacksquare * \text{el} \text{a} \end{array}$$

S я °=5 я 95
 O. я Ш м я я 20
 а> н ц я 20
 X ф 2 ц я 20
 я 2 3 S' g га о ч
 га о S и я S
 5я>* с я а
 га н ч
 U.K. я о о с я а>
 га « с я
 iU' S
 ю с

[illegible]

я « я
чь я э
и М я
О аз
о о а,
я U
2
co O
CL, O я
фт, O я
фн £
сн /
е
Ф, А а-
ф а * © *

604.
 тiас О
 я ч 2 я
 3 г я
 « S
 4 ђ.
 < у ђ.
 я я ђ
 га я ђ
 со ф ђ
 7 ра ђ
 X ч г
 ђ а

[illegible]

$\dot{S}_0 5 o O 5^{\gamma} \gg \ll CO$
 $\frac{g}{T} Co^{\wedge} s^{\wedge} C^* S_2$
 $10 11 \ll$
 $P S 3 O. w_{\gamma} \gg$
 $f c^{\wedge} T J$
 o

« c

со^с_я 4 Я
=3 С' яя
и Pi
«В G *. ОИ-С
*** Λ 3" |**
зГ Го з³ |
Я CO co !®
SIS.SS
>⁰-03 >>»у
а>
сн я “5 g —
4
^ П t=s 3
о я s 3
■ : x я λ

« • » Я
= Я Я
« Я Я
а. 4 ~
Ея 1
Га X, «
Я
2 CS
О * ■
CH c
«
S 9 Я

[illegible][illegible][illegible][illegible]
$$\begin{array}{c} \circ \\ \text{C} - \text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \\ 4 \end{array}$$

$$t_0 = \frac{(l_0 + l_{BP} + l_n)}{sn} i = \frac{(l_0 + l_{BP} + l_n)}{v_{np,x}} \frac{1000}{\mu H};$$

$$l_{\text{BP}} = 0,5(D_{\text{KP}} - \sqrt{D_{\text{KP}}^2 - B_{\text{D}}^2}) \text{ мм};$$

$$l_{\Pi} = (5 \div 10) \text{ мм};$$

$$L = (l_0 + l_{RD} + l_{\pi})_{MM}$$

$$t_0 = \frac{(l_0 + l_{sp} + l_n)}{sn} \quad i = \frac{a}{s_{gn}} \frac{1}{m} \frac{k_{min}}{k_{max}}$$

проектировании для определения времени обработки деталей одинаковых или схожих конструкций, изготовленных из одного и того же материала, требующих аналогичной обработки и отличающихся только размерами.

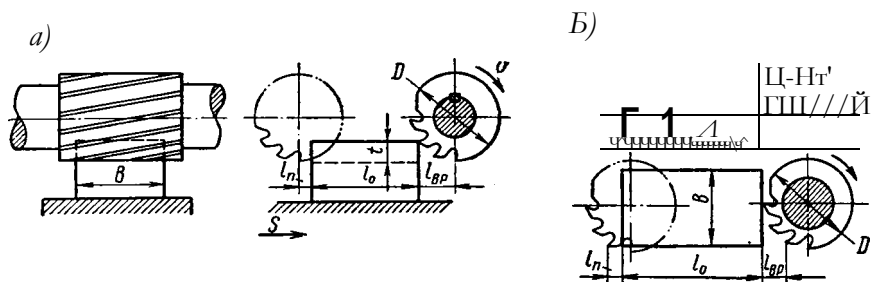


Рис. 35. Схема фрезерования:
а—цилиндрической фрезой; б—торцевой фрезой

В этом случае рассчитываются обычным способом нормы времени для подобных деталей одного наименования трех размеров: наибольшего, наименьшего и среднего.

По полученным нормам времени на обработку этих трех деталей строится график, на котором по ординате откладываются подсчитанные нормы

времени обработки деталей, а по абсциссе — размеры или веса их; время для обработки деталей промежуточных размеров берется непосредственно по графику. Такие графики строятся для отдельных операций или для полной обработки деталей. Этот способ дает значительную экономию времени, затрачиваемого на нормирование деталей.

Примеры графиков, показывающих зависимость времени обработки от размера (диаметра) или веса детали, даны на рис. 34.

На основании анализа характера кривых, построенных для времени обработки разных деталей в зависимости от их размера или веса, можно установить, что эти кривые приближаются к полукубической параболе.

Исходя из этого, можно для двух сравниваемых геометрически подобных деталей принять зависимость времени на обработку от их веса примерно по закону полукубической параболы. Таким образом, зная вес таких

деталей и время на обработку одной из них, можно определить время на обработку другой детали из следующего равенства:

$$\kappa = U \text{ III} -$$

<*>

где T_1 — время (известное) на обработку первой детали;
 T_2 — время (неизвестное) на обработку второй детали;
 G_1 — вес первой детали (величина известная);
— вес второй детали (величина также известная).

Выражая вес деталей через объем (соответственно) и V_x , умноженный на удельный вес γ (детали изготавливаются из одного и того же материала), получим

$$= U \text{ III} - U \text{ Ж} -$$

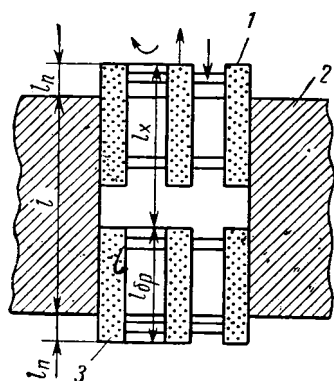


Рис. 36. Схема для определения хода хонинговальной головки:

1 — абразивный брусок в верхнем положении; 2 — деталь; 3 — абразивный брусок в нижнем положении

Правая часть уравнения в сущности представляет собой отношение площадей, так как кубический корень из объема (т. е. из кубического измерения) даст измерение первой степени, которое в свою очередь возводится в квадрат, а квадратное измерение определяет площадь поверхности.

Таким образом, получаем, что отношение времени на обработку равно отношению площадей поверхности деталей. А так как детали геометрически подобны, то отношение общих площадей поверхности деталей будет равно отношению обрабатываемых поверхностей, следовательно, отношение времени на обработку равно отношению обрабатываемых поверхностей, т. е. время на обработку двух подобных деталей пропорционально их поверхностям, что и соответствует действительности.

Как видно, вместо подсчета отношения поверхностей, что затруднительно, можно определить это соотношение по весам деталей, что не вызывает затруднений.

Необходимо отметить, что результаты, полученные по этой формуле, достаточно точны для практических целей только при сопоставлении деталей, изготовленных из одного материала, имеющих геометрически подобные конструкции и отличающихся только размерами. При незначительном конструктивном отличии деталей будет некоторая погрешность в определении времени на обработку.

По вышеуказанной формуле (42) можно исчислять при укрупненном проектировании не только затрату времени на обработку отдельных деталей, но и на обработку деталей целых машин. Формула на слесарно-сборочные работы (203) приведена далее в гл. V, § 4.

Для удобства пользования при проектировании помещаем сводную таблицу (табл. 6) формул основного технологического (машинного) времени для различных видов обработки.

Н. Определение квалификации работы

При установлении нормы времени на выполнение данной операции на выбранном станке определяется также разряд квалификации работы по квалификационному справочнику соответствующей отрасли промышленности, что имеет весьма важное значение в эффективном использовании фонда заработной платы. Требования, предъявляемые к рабочему для выполнения работы, в отношении знания, навыков и степени самостоятельности предопределяют разряд квалификации рабочего. Чем больше при выполнении данной работы требуется знаний, опыта и самостоятельности, тем выше должен быть разряд исполнителя.

При единичном производстве требуется умение налаживать станки, устанавливать детали и инструмент, пользоваться измерительным инструментом общего назначения, поэтому квалификация рабочего должна быть более высокой.

В серийном производстве работа специализирована, поэтому квалификация рабочего может быть ниже.

В массовом производстве при высокой механизации труда или использовании автоматов и автоматических станочных линий, концентрации операций на одном станке требуются рабочие высокой квалификации; при дифференциации процесса обработки на элементарные операции могут быть использованы рабочие низкой квалификации.

Тарифная сетка состоит из квалификационных разрядов, для которых соотношение ставок оплаты труда выражается тарифным коэффициентом, определяющим отношение каждого тарифного разряда к первому разряду.

Ставка оплаты труда устанавливается для первого разряда; для других разрядов оплата определяется умножением ставки первого разряда на тарифный коэффициент данного разряда.

0. Использование типовых технологических процессов и групповых наладок

Приступая к проектированию технологических процессов механической обработки деталей каких-либо машин (или приборов), следует в каждом конкретном случае выяснить возможность использования типовых технологических процессов (если таковые имеются или одновременно разрабатываются), что значительно сократит затрату времени и средств на проектирование механического цеха.

Известно, что для обработки одной и той же детали можно построить различные варианты технологического процесса и применить разные методы обработки. Это зависит прежде всего от размеров производственной программы и производственных условий. Но даже при одинаковых производственных условиях и программах технологические процессы часто отличаются один от другого и поставленные задачи решаются по-разному в зависимости от установившихся приемов и опыта технологов. К тому же методы обработки деталей разнообразны и зависят не только от вышеуказанных, но и от многих других факторов. Все эти обстоятельства и создают сложность разработки технологических процессов, которая требует большой затраты времени. Типовые технологические процессы могут значительно упростить и ускорить проектирование технологических процессов.

Типизация технологических процессов базируется на классификации деталей. Детали машин подразделяются на классы* по признаку схожести технологических процессов, например (в скобках — шифр класса): валы (В); втулки (А); диски (Д); эксцентричные детали (Э); крестовины (К); рычаги (Р); плиты (П); стойки (С); угольники (У); бабки (Б); зубчатые колеса (З); фасонные кулачки (Ф); ходовые винты и червяки (Х); мелкие крепежные детали (М).

Детали каждого класса разбивают на группы, подгруппы и типы в соответствии с наиболее характерными особенностями формы и размеров, получая таким образом совокупности деталей, все более близких между собой и все более схожих по технологическим признакам, т. е. являющихся типовыми. Для обработки таких типовых деталей и разрабатывают типовые технологические процессы.

Типизация технологических процессов позволяет обобщить и привести в систему существующие технологические процессы, дает возможность использовать унифицированную технологическую оснастку и поточные методы производства, упрощает и ускоряет разработку новых технологических процессов и т. д.

В серийном производстве при организации работы по принципу потока затруднительно достаточно полно загрузить станки выполнением одной технологической операции обработки деталей одного наименования. В этом случае подбираются детали нескольких наименований, схожие по конструктивным и технологическим признакам, которые могут обрабатываться на одной станочной линии с оборудованием, расположенным по типовому технологическому маршруту и для обработки которых не требуется переналадка станков или переналадки несложны и не требуют много времени. После обработки партии деталей одного наименования обрабатывается следующая партия деталей другого наименования; так поочередно обрабатываются партии деталей третьего, четвертого наименований и т. д. При обработке каждой партии станочная линия работает как непрерывно-поточная линия; таким образом, создается переменная поточная, или, иначе, групповая поточная форма организации работы (о чем уже указывалось ранее). На одном станкостроительном заводе издавна на таких линиях обрабатываются детали пяти-шести наименований и этим достигается полная загрузка станков.

* По классификации проф. А. П. Сороловского.

Переменно-поточные (групповые поточные) линии могут быть автоматизированы. В этом случае получают автоматические переналаживаемые линии (см. гл. IV).

В тех случаях, когда обработка деталей, имеющих схожий технологический процесс по основным операциям, на групповых переменнo-поточных линиях нецелесообразна из-за недостаточной загрузки станков (вследствие малой серийности), можно обрабатывать эти детали по типовому технологическому процессу и на отдельных станках, используя групповые наладки, т. е. нормализованные приспособления и инструментальные наладки для групп деталей, что снижает трудоемкость обработки, а следовательно, и себестоимость обработки деталей.

Инструментальные наладки, используемые для обработки групп деталей (групповые наладки), можно применять как для отдельных станков разных типов, так и для станков поточных линий; они сокращают затрату времени на переналадку станков.

Групповые наладки варьируются для различных станков в зависимости от сочетаний обрабатываемых поверхностей (наружных, внутренних, торцовых), их размеров и расположения.

Так, например, в групповых наладках токарно-револьверных станков часть позиций (или все) револьверной головки и суппорта для крепления инструмента используется для обработки деталей одного наименования, другая часть позиций — для обработки деталей другого наименования.

Групповая наладка может быть применена и при использовании многошпиндельных сверлильных головок на обычных сверлильных станках. Часть шпинделей можно использовать при сверлении отверстий одних деталей, другая часть шпинделей — для сверления отверстий других деталей; возможно и использование всех шпинделей для сверления отверстий нескольких деталей.

П. Оценка технико-экономической эффективности технологического процесса механической обработки

После разработки технологического процесса, прежде чем перейти к дальнейшим расчетам цеха, необходимо произвести оценку технико-экономической эффективности спроектированных процессов обработки деталей.

Для этого на данной стадии проектирования могут служить наиболее характерные технико-экономические показатели, к числу которых относятся следующие*.

1. Себестоимость детали 5, состоящая из затрат на материал M , основной заработной платы производственных рабочих P и цеховых накладных расходов P_c :

$$C_{\text{дет}} = M + P + P_c. \quad (119)$$

2. Себестоимость (цеховая) обработки детали $5_{\text{обр}}$, состоящая из величины основной заработной платы производственных рабочих и цеховых накладных расходов:

$$C_{\text{обр}} = P + P_c. \quad (120)$$

3. Норма штучного и штучно-калькуляционного времени полной обработки детали:

$$T_{\text{шт}} = \sum_{i=1}^n T_i / \eta; \quad (121)$$

$$T_{\text{ж}} = B \cdot T_{\text{шт}}, \quad (122)$$

1

* О комплексе технико-экономических показателей, которые исчисляются при разработке проекта механического цеха, см. в конце этой главы.

где $\Gamma_{\text{шт}}$ — штучное время на выполнение всех операций обработки данной детали;

$\xi_{\text{шт}}$ — штучное время одной операции;

T_k — штучно-калькуляционное время на выполнение всех операций обработки данной детали (для единичного и серийного производства);

— штучно-калькуляционное время одной операции обработки.

4. Основное (технологическое) время T_0 по всем операциям данной детали

$$T_0 = \sum^n t_0, \quad (123)$$

где t_0 — основное (технологическое) время одной операции обработки.

5. Коэффициент η_0 использования станка по основному (технологическому) времени, характеризующий долю машинного времени в общем времени* работы станка, равен отношению основного времени к штучному (для массового производства) или штучно-калькуляционному (для единичного и серийного производства), т. е.

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{\text{шт}}} \text{ и } \eta_0 = \frac{T_0}{T_k} \quad (124)$$

Необходимо стремиться к тому, чтобы этот коэффициент был возможно выше, т. е. ближе к единице. Чем выше этот коэффициент, тем большее удельное значение в структуре нормы имеет основное (машинное) время; это значит, что в общей затрате времени на обработку относительно большее время приходится на работу машины (станка), чем на вспомогательные (ручные) действия, что доказывает более эффективное использование машины (станка) и высокую степень механизации и автоматизации процесса обработки. При этом, разумеется, работа станка должна идти с оптимальными режимами резания и наименьшей затратой машинного времени, вспомогательного и всего остального времени на все связанные с выполнением работы действия оборудования и рабочего.

Величина этого коэффициента больше в поточно-массовом производстве, чем в серийном, по той причине, что в поточно-массовом производстве вспомогательное время меньше, так как здесь выше степень автоматизации процесса обработки и ручные действия не имеют места или сведены до минимума, и поэтому станок в большей мере используется для машинной работы.

В серийном производстве величина этого коэффициента в среднем по цеху должна быть не менее 0,65, в поточно-массовом — не менее 0,75.

6. Коэффициент η_z загрузки оборудования по времени, характеризующий занятость оборудования, равен отношению расчетного количества станков C к принятому (фактическому) количеству $5_{\text{пр}}$, т. е.

Величина этого коэффициента при серийном производстве может ближе подходить к единице, чем при поточно-массовом производстве, так как в этом случае можно догружать станки обработкой других деталей; при поточно-массовом производстве станки специализированы, предназначены для изготовления определенной детали и налажены на выполнение определенной операции, и поэтому даже при малом коэффициенте загрузки станков (при малой затрате времени на операцию) не представляется возможным их догружать другими деталями.

Необходимо стремиться, чтобы во всех случаях величина этого коэффициента была ближе к единице; при серийном производстве величина его

* О расчете коэффициента использования станка по основному времени и коэффициента загрузки оборудования по времени см. далее в этой главе.

в среднем по цеху должна быть не менее 0,85, при поточно-массовом производстве — не менее 0,80.

Чем ближе величина этого коэффициента к единице, тем в большей мере загружено и использовано оборудование.

7. Степень автоматизации производства, которая характеризуется коэффициентом $\eta_{\text{а}}$, выражающим отношение числа производственных станков с автоматизацией установки и снятия деталей $5_{\text{а}}$ к общему числу единиц производственного оборудования цеха, отделения, участка $5_{\text{общ}}$, т. е.

В число оборудования с автоматизацией установки и снятия деталей входят прутковые и трубные автоматы, станки с магазинной и бункерной загрузкой и автооператорами, автоматические станочные линии, которые характеризуются количеством позиций — рабочих и контрольных.

Помимо указанных показателей, для оценки технико-экономической эффективности технологического процесса служит ряд других, например выпуск продукции в рублях, штучах или тоннах на одного производственного рабочего (характеризует производительность труда), на единицу оборудования (характеризует использование оборудования) и др. Оценивать технико-экономическую эффективность следует по комплексу показателей, в числе которых себестоимость детали узла, механизма, машины является основным и решающим критерием. (Система технико-экономических показателей изложена в конце данного курса.)

Оценка технико-экономической эффективности технологического процесса по полученным величинам показателей производится путем анализа и сравнения их с показателями действующих передовых предприятий с прогрессивной технологией и организацией производственного процесса, с показателями, полученными в утвержденных и реализованных проектах для аналогичного производства, или с показателями различных вариантов изготовления и обработки деталей, узлов, механизмов, машин.

В случае получения недостаточных величин указанных технико-экономических показателей необходимо произвести анализ, установить факторы, приведшие к неудовлетворительным результатам, наметить пути повышения производительности оборудования и труда и внести соответствующие изменения в проектируемый технологический процесс.

Р. Технико-экономическое сравнение вариантов технологического процесса механической обработки

Для сравнения вариантов технологического процесса методом технико-экономического анализа надо, как было сказано выше, определить для каждого из сопоставляемых вариантов себестоимость детали при заготовках разного вида и себестоимость обработки детали при одних и тех же заготовках, пользуясь формулами (119)

$$B = M + P + Я$$

и (120)

$$\wedge_{\text{Обр}} — P II-$$

Если деталь изготавливается из проката, то затраты на него определяются по весу (массе) проката (в кг), требующегося на изготовление детали, умноженному на цену проката (за 1 кг).

Если деталь изготавливается из заготовки (отливки, поковки или штамповки), то при расчете принимаются затраты на изготовление заготовки, получаемой механическим цехом из заготовительных цехов завода или от других предприятий в порядке кооперирования.

При определенных затратах на материал, потребный на изготовление детали, надо учитывать возврат части затрат за счет отходов, которые сда-

ются пехом для дальнейшего использования. Таким образом, затраты на материал можно окончательно выразить формулой

$$M = (Z_k \text{ (отх) } @ \text{отх РУб.}, \quad (127)$$

где 2 — вес (масса) материала (или заготовки), требующегося на изготовление детали, кг;

v — цена 1 кг материала (или заготовки), руб;

$7_{\text{отх}}$ — вес (масса) отходов материала, кг;

«отх — Цена 1 кг отходов, руб.

Основная заработная плата производственных рабочих за выполнение одной операции $P_{\text{оп}}$ определяется произведением штучного времени (или штучно-калькуляционного в зависимости от вида производства), затрачиваемого на данную операцию, и заработной платы в единицу времени для данного разряда работы (в зависимости от квалификации работы), т. е.

$$P_{\text{оп}} = \text{шт} 5_{\Lambda}, \quad (128)$$

где $i_{\text{шт}}$ — штучное время, мин или ч;

5_{Λ} — заработная плата в единицу времени для данного разряда работы, руб.

Заработная плата в единицу времени, например в 1 ч, т. е. часовая ставка $\$,$ какого-либо разряда n определяется умножением часовой ставки первого разряда (в руб.) на тарифный коэффициент по установленной тарифной сетке для данного разряда работы, т. е.

$$5_{\Lambda} = 5_1 K_n. \quad (129)$$

При сравнении себестоимости обработки отдельных операций основная заработная плата производственных рабочих за одну операцию определяется по формуле (128).

При сравнении себестоимости обработки всей детали надо определить суммарную основную заработную плату производственных рабочих за обработку детали по всем операциям, которые могут иметь разное штучное время и разную заработную плату в единицу времени.

Суммарная заработная плата равна сумме заработных плат по отдельным операциям, т. е.

$$P = 2_{\text{шт}} 5_{\Lambda}. \quad (130)$$

По этой же формуле определяется основная заработная плата производственных рабочих при определении себестоимости детали по формуле (119).

Цеховые накладные расходы Y в формулах (119) и (120) обычно исчисляются пропорционально основной производственной заработной плате и выражаются в процентах от нее.

Число процентов определяется как отношение подсчитанной общей суммы цеховых накладных расходов в год к общей сумме годовой основной заработной платы производственных рабочих цеха, умноженное на 100. Для отдельных цехов накладные расходы выражаются различным числом процентов; так, например, они составляют по механическим цехам автомобильных заводов в среднем 250—350%, в серийном производстве общего машиностроения — 200—250%.

Такой метод вычисления цеховых накладных расходов при технико-экономическом сравнении вариантов методов обработки не может дать точных результатов, так как величина цеховых расходов может колебаться в зависимости от методов обработки.

В этом случае те статьи цеховых накладных расходов, которые значительно отличаются в разных вариантах обработки вследствие особенностей сопоставляемых методов обработки, подсчитываются отдельно по каждой операции. Остальные статьи накладных расходов принимаются одинаково влияющими на себестоимость при сопоставляемых вариантах обработки. Та-

кое определение себестоимости обработки или себестоимости детали по так называемому методу локализации цеховых расходов также является приближенным, но оно вполне достаточно для практических целей.

Цеховые накладные расходы для каждой выполняемой операции технологического процесса $R_{оп}$ состоят из следующих статей: амортизация используемого станка $\Lambda_{ст}$; затраты, связанные с выполнением малого ремонта, осмотров и проверок станка, отнесенные к данной операции, $\bar{B}_{ст}$; амортизация и ремонт приспособления, применяемого в данной операции, A ■ расходы на инструмент при выполнении операции J ; затраты на силовую электроэнергию, расходуемую при данной операции, E ; доплаты и начисления на основную заработную плату производственных рабочих $и$, а также другие цеховые накладные расходы Z , не зависящие от типа станка или метода обработки или весьма мало зависящие от них.

К этим последним цеховым накладным расходам относятся затраты, связанные главным образом с эксплуатацией цеха; сюда относятся расходы на вспомогательные материалы, заработная плата вспомогательных рабочих административно-технического и счетно-конторского персонала, расходы на отопление, освещение, воду и т. д. Абсолютная величина этих расходов по цеху не зависит от типа станка или методов обработки, и только некоторые из них могут быть в весьма малой зависимости; поэтому при сравнении себестоимости детали или себестоимости обработки при разных вариантах технологического процесса эти расходы можно считать примерно равными.

Таким образом, величина цеховых накладных расходов по каждой выполняемой операции $R_{оп}$ представляет собой сумму вышеперечисленных затрат и может быть выражена формулой

$$R_{оп} = A_a + L_{..} + A_{нф} + J + E + D + Z. \quad (131)$$

Входящие в эту формулу величины можно определить следующим образом.

Ежегодные отчисления на амортизацию станка определяются согласно существующему положению в процентах от балансовой стоимости станка. В балансовую стоимость станка, помимо его отпускной цены, включаются расходы на монтаж, упаковку, транспорт и связанные с этим накладные расходы. При укрупненных расчетах эти расходы определяются в процентном отношении к отпускной цене станка и составляют суммарно примерно 10 Δ

Долю ежегодного отчисления на амортизацию станка $\Lambda_{ст}$ (в руб.) (амортизационные отчисления включают отчисление на капитальный ремонт и на полное восстановление), приходящуюся на одну операцию, можно принять пропорциональной времени, затрачиваемому на операцию, штучному времени, т. е.

$$\Lambda_{ст} = \frac{a S_{ст-ам}}{100 - 60 P_A / П - П_з}, \quad (132)$$

где a — число годовых процентов от балансовой стоимости станка, отчисляемое на амортизацию;

$S_{ст-}$ балансовая стоимость станка, руб;

T — штучное время на операцию, мин\

$/ \Delta$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч\

$и$ — число смен работы станка в сутки;

$к$ — коэффициент загрузки станка по времени.

Число годовых процентов на амортизацию станка a при работе в две смены принимается для механических цехов машиностроительных заводов от 10 до 16,4% (кроме особо тяжелых и уникальных станков, для них 5%) в зависимости от типа станков и вида производства.

Годовые затраты на малый ремонт, осмотры и проверки станков исчисляются обычно в процентах от их балансовой стоимости; долю этих затрат

штучном времени одной операции можно также принять пропорциональной

$$\frac{P_{\text{СТ}} \cdot \Delta t}{1000} = \frac{P_{\text{СТ}} \cdot \Delta t}{1000} \quad \text{Ю0-60/д м \%}$$

где r — число годовых процентов от балансовой стоимости станка на малый ремонт, осмотры и проверки; принимается примерно в размере 4,5 % (кроме оборудования автоматических линий).

Долю ежегодных отчислений на амортизацию и расходы на ремонт приспособления, отнесенную к одной операции $\Lambda_{\text{пр}}$, можно определить, разделив сумму этих затрат на количество деталей, обрабатываемых в год на данной операции с использованием приспособления.

Годовые отчисления на амортизацию приспособлений устанавливают в процентах от затрат на приспособление исходя из срока его службы. Так, например, при сроке службы 3—5 лет процент амортизации $t = 33—20\%$!

Годовой расход на ремонт приспособления принимается также в процентах от затрат на приспособление (примерно $5 = 5—15\%$); значения, приближающиеся к нижнему пределу, относятся к серийному производству, приближающиеся к верхнему пределу — к массовому производству.

Пользуясь указанными обозначениями, ежегодные отчисления на амортизацию и расходы на ремонт приспособления, отнесенные к одной операции $\Lambda_{\text{пр}}$, можно выразить формулой

$$\frac{(\Lambda_{\text{пр}} - B) \cdot 5_{\text{пр}}}{100 \Lambda / \text{г}} \quad (134)$$

где $5_{\text{пр}}$ — затраты на приспособление, руб.;

Λ , количество деталей, обрабатываемых в год с помощью данного приспособления.

Расходы на режущий инструмент, связанные с выполнением одной операции J , складываются из доли затрат на изготовление инструмента J_1 и доли затрат на его заточку J_2 , приходящихся на данную операцию, т. е.

$$J = J_1 + J_2 \quad (135)$$

Указанные величины можно найти следующим образом.

Сначала надо определить расходы, связанные с одной заточкой, после чего эти расходы надо отнести к одной операции, т. е. определить долю этих расходов, приходящихся на одну операцию.

Доля затрат на изготовление инструмента, приходящаяся на одну заточку, равна

$$C_{\text{и}} = \frac{5_{\text{и}}}{J} = \frac{5_{\text{и}}}{J} \quad (136)$$

где полная сумма затрат на инструмент, руб.;

n — число заточек до полного использования рабочей части инструмента, $n =$

B — общая длина допускаемого стачивания рабочей части до полного использования инструмента, мм;

Δ — длина стачивания рабочей части инструмента за одну заточку мм

Доля затрат на инструмент, приходящаяся на одну заточку c относится к периоду времени работы инструмента от одной заточки до другой

стоимости инструмента $C_{\text{и}}$, а временем работы инструмента для одной операции является основное (технологическое) время $t_{\text{ос}}$, значит, долю за $t_{\text{ос}}$ равной $C_{\text{и}} \cdot t_{\text{ос}}$ приходящуюся на одну операцию $C_{\text{и}} \cdot t_{\text{ос}}$, можно принять.

$$5_{\text{н.о}} =$$

Себестоимость одной заточки инструмента c_3 равна

$$c_3 = *_3P + \text{ц} *_3P = *_3P (1 + 155). \quad (139)$$

где t_3 — нормировочное время на заточку инструмента, лшн;
 p — заработная плата в минуту за заточку инструмента, руб.;
 X — число годовых процентов от основной заработной платы рабочих-заточников, выражающее цеховые накладные расходы заточного отделения.

Себестоимость одной заточки инструмента, как и в предыдущем случае, относится к периоду стойкости инструмента t_o , а время работы инструмента за одну операцию — t_o (основное — технологическое), значит, долю себестоимости заточки, приходящуюся на одну операцию, $5_{3.o}$ можно принять равной

$$5_{3.o} = \frac{c_3 * t_o}{3.0} \quad (\text{НО})$$

или, подставляя c_3 из формулы (139), получим долю себестоимости заточки $5_{3.o}$, приходящуюся на данную операцию,

$$5_{3.o} = \frac{c_3 * t_o}{3.0} \quad (\text{Н1})$$

Таким образом, формулу (135), определяющую расходы на режущий инструмент, связанные с выполнением одной операции J , можно переписать, подставляя в нее значения из формул (138) и (141), в следующем виде.

или

$$J = \left[-\frac{c_3}{3.0} + \frac{c_3}{3.0} P (1 + 100 \frac{A}{c_3}) \right] \quad (142)$$

При обработке одновременно несколькими инструментами расходы на режущий инструмент, связанные с выполнением одной операции, J_n определяются для каждого инструмента отдельно по формуле (142), после чего они суммируются, т. е.

—

$$J_n = 1 \quad (\text{ИЗ})$$

где n — количество работающих инструментов.

Затраты на оплату силовой электроэнергии, расходуемой при выполнении операции E , зависят от принятого типа станка и режима обработки. Эти затраты можно определить по следующей формуле:

$$E = \text{тгп}^{1-}. \quad <144>$$

где 5 — цена 1 кВт-ч силовой электроэнергии, руб. (ориентировочно 15 коп. в зависимости от источника электроснабжения);
 Λ — потребность в электроэнергии на данную операцию, кВт-ч ;
 η — к. п. д. электродвигателей ($\eta = 0,90 \text{--} 0,95$);
 P — установленная мощность электродвигателей станка, кВт ;

t_m коэффициент загрузки электродвигателей станка по мощности
(в зависимости от режима резания металла $t_m = 0,5-M,9$)-
 η_c коэффициент, учитывающий потери в сети ($\eta_c \sim 0,96$);
 t_{op} основное (технологическое) время на данную операцию, мин.

Размер дополнительной заработной платы (доплаты) и начислений на основную заработную плату производственных рабочих, устанавливаемый для каждого рода производства, зависит от величины основной заработной платы производственных рабочих; чем больше заработная плата, тем больше будут доплаты и начисления; величина же заработной платы зависит от времени, затрачиваемого на обработку при данной операции, и квалификации рабочего, необходимой для выполнения операции.

Дополнительная заработная плата исчисляется в процентах от основной заработной платы производственных рабочих, а начисления — в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы. Таким образом сумму доплат и начислений можно выразить следующей формулой:

$$D = T_{oo} P_{om} + T_{ob} (\Delta_{\pi} + i^{\wedge} Q \Delta_{\pi}), \quad (145)$$

или

$$D = P_{on} [100 + \pi \pi t^{\wedge} + \pi], \quad (146)$$

где P_{on} основная заработная плата производственных рабочих за выполнение одной операции [формула (128)];

π число процентов, выражающее доплаты от основной заработной платы (в среднем 18—25%);

$t^{\wedge}$ число процентов, выражающее начисления от суммы основной и дополнительной заработной платы (6,5—8,1%, в среднем 7,5%).

Остальные цеховые накладные расходы Z , входящие в формулу (131) как сказано выше, не зависят от типа станка или метода обработки (или зависят весьма мало), и поэтому при технико-экономическом сравнении вариантов технологического процесса эти расходы можно считать примерно равными. Размер их определяется суммарно в процентном отношении к основной заработной плате производственных рабочих, т. е.

$$\wedge = III P_{on} \quad (147)$$

где $\wedge$ число процентов от основной заработной платы производственных рабочих, выражающее остальные цеховые накладные расходы.

При отсутствии данных о числе процентов $\wedge$, оно определяется путем тмания из общего числа процентов накладных расходов по цеху (250—500, как указано выше) суммы затрат по вышеперечисленным статьям названным в формуле (131), расходуемых по цеху и выраженных в процентах от основной заработной платы производственных рабочих цеха.

Результаты производственных технико-экономических расчетов вариантов технологического процесса в отношении себестоимости детали или себестоимости обработки, а также других показателей как по отдельным операциям, так и по изготовлению полностью анализируются, и принимается вариант, который является оптимальным, т. е. даст наиболее экономичное решение при удовлетворении всех технических требований, предъявляемых к выпускаемой продукции.

В случае получения недостаточных величин указанных технико-экономических показателей необходимо произвести анализ, установить факторы приведшие к неудовлетворительным результатам, наметить пути повышения производительности труда и внести соответствующие изменения в проектируемый технологический процесс.

С. Основные пути повышения технико-экономической эффективности технологического процесса механической обработки

Повышение технико-экономической эффективности технологического процесса механической обработки можно достигнуть следующими организационными и технологическими мероприятиями.

1. Рациональная организация рабочего места, предусматривающая надежную предварительную подготовку его и выполняемой работы, а также своевременное и четкое обслуживание его в процессе работы и наиболее совершенную его планировку. Это может дать уменьшение подготовительно-заключительного и вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места в процессе работы.

2. Применение режимов резания металла, обеспечивающих наибольшую производительность труда и оборудования при наименьшей себестоимости обработки; при этом должно быть достигнуто максимальное использование станков по мощности и времени и наиболее экономичное использование инструмента, в результате чего может быть достигнуто снижение затрат времени на обработку.

3. Применение режущего инструмента, оснащенного сплавами, допускающими обработку на повышенных режимах резания, в результате чего уменьшается машинное время.

4. Максимальное сокращение вспомогательного времени за счет применения специальных инструментов, быстродействующих приспособлений (пневматических, гидравлических, пневмогидравлических, электрических, с гидропластмассами, многоместных), поворотных столов и т. п., автоматизации и механизации станков, контроля деталей и других усовершенствований производственной оснастки.

5 Применение специального комбинированного режущего инструмента, одновременная обработка нескольких поверхностей несколькими инструментами, одновременная обработка нескольких деталей.

6. Одновременная работа на нескольких станках и совмещение профессий.

7 Применение специальных, агрегатных, многопозиционных, непрерывного действия станков и автоматов, автоматических участков и линии (при условии технико-экономической целесообразности).

Все эти технические и организационные мероприятия дают возможность добиться снижения затраты времени на обработку, лучшего использования оборудования, снижения себестоимости обработки деталей и изготовления изделия.

Т. Оформление (документация) технологических процессов механической обработки

Спроектированный технологический процесс изготовления[^] какой-либо машины оформляется в технологических картах. Для каждой детали, входящей в эту машину, составляются отдельная технологическая карта на механическую обработку и отдельная технологическая карта на с рку машины.

Для составления технологической карты механической^{» йл} обработки необходимо иметь следующие исходные материалы:

1) рабочие чертежи и детали с указанием на них технологических размеров, допусков на обработку, классов чистоты, технических условий, предъявляемых к данной детали;

2) сборочные чертежи узлов с простановкой размеров и посадок, в которые входят данные детали;

3) производственное задание, устанавливающее количество подлежащих выпуску машин и данных деталей, включая запасные детали с описанием конструкций и техническими условиями на изготовление деталей и машины,

- 4) предварительно разработанный технологический маршрут обработки детали;
- 5) пооперационные эскизы, выполняемые предварительно от руки в нескольких вариантах, иллюстрирующие намечаемые методы обработки;
- 6) паспорта металлорежущих станков;
- 7) каталоги или альбомы станков;
- 8) каталоги или альбомы режущих инструментов;
- 9) альбомы нормальных приспособлений;
- 10) каталоги или альбомы вспомогательных инструментов;
- 11) руководящие материалы по режимам резания;
- 12) нормативы подготовительно-заключительного и вспомогательного времени;
- 13) тарифно-квалификационный справочник.

В технологической карте механической обработки должны быть изложены все сведения, относящиеся к детали, и данные, составляющие технологический процесс.

Карты имеют определенную форму с соответствующей разбивкой на графы, в которые вносятся все данные, относящиеся к детали и технологическому процессу ее обработки.

В технологической карте (в первой ее части) помещаются все необходимые сведения об изготавливаемой детали и заготовке для нее (род материала, размер партии деталей для серийного производства, такт выпуска для поточного производства и др.), а также чертеж (эскиз) детали [чертеж (эскиз) может быть приложен]; дается (во второй части карты) план технологического процесса с подразделением его на операции, установки, переходы, позиции, с указанием необходимых станков, приспособлений, режущего и измерительного инструмента, а также с указанием расчетных размеров обрабатываемых поверхностей, режимов резания металла, норм времени по основным элементам, разрядов (квалификации) работы и потребного количества станков по операциям для выполнения годового задания.

К технологической карте прилагаются чертежи (эскизы) технологических наладок по операциям или переходам и позициям, иллюстрирующие положение и крепление детали при обработке, положение, крепление и тип инструмента, применяемое приспособление и обрабатываемую поверхность.

На чертеже (эскизе) должны быть указаны размеры с допусками, получаемые в результате обработки на данной операции (переходе или позиции), а также необходимый класс чистоты после обработки.

Для сводки результативных сведений по обработке данной детали составляется сводная карта технологического процесса, в которой указываются основные технологические данные по операциям на количество данных деталей, требующихся на одну машину. Эта карта необходима для дальнейших расчетов цеха.

В том случае, когда технологические процессы не разрабатывают подробно, а ограничиваются установлением порядка и перечня маршрутных операций (с указанием станков, приспособлений, инструментов и числа рабочих, необходимых для выполнения намеченных операций, а также времени на обработку, установленного путем сравнения, аналогии или приближенных подсчетов), составляются упрощенные технологические карты.

Для детальных расчетов по нормированию в дополнение к картам обработки составляются еще инструкционно-нормировочные карты. На каждую операцию должна быть составлена отдельная карта. В ней подробно указывается, как надо производить обработку по каждому переходу, с какими режимами, какая установлена норма времени на обработку и т. д. Эти карты сопровождаются эскизами, иллюстрирующими процесс обработки, схемами наладок станков, схемами, указывающими приемы управления станком.

Основным технологическим документом является технологическая карта, содержащая все необходимые данные для технологического про-

цесса, на основе которой производятся все дальнейшие технологические расчеты (расчеты количества оборудования, необходимого для выполнения заданной производственной программы, численности рабочего состава, расчет годового фонда заработной платы и т. д.).

К технологической документации, кроме технологических карт разных видов, относятся рабочие чертежи деталей и сборочные чертежи с простановкой технологических размеров, допусков, посадок и классов чистоты обработки, необходимых для разработки технологических процессов, чертежи или эскизы технологических наладок по операциям или переходам, чертежи приспособлений, специального режущего, вспомогательного (крепежно-зажимного) и измерительного инструмента и т. д.

Основным условием правильного планирования и ведения производственного процесса, обеспечивающего выполнение производственного задания, является наличие хорошо и подробно разработанной технологической документации и соблюдение строгой технологической дисциплины при выполнении указаний, предусмотренных технологической документацией.

Документация, фиксирующая разработанный технологический процесс, способствует ускорению освоения производства новых машин и достижению заданных технико-экономических показателей. Из этого следует, что технологическая документация и точное выполнение ее указаний имеют весьма важное значение для производства.

§ 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ (МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ)

Определение количества и выбор типов оборудования, необходимого для выполнения заданной производственной программы, является основным и наиболее ответственным вопросом при расчете цеха. Неправильно подсчитанное количество или неправильно подобранное по типам оборудование влечет за собой излишек или недостаток, а также некомплектность его. При излишке оборудования происходит неполное его использование, преувеличенные и непроизводительные затраты на его приобретение, установку и содержание, увеличение площади, требующейся для его размещения. При недостатке оборудования отсутствует возможность выполнять производственное задание. Неизбежная при этом необходимость дополнить станочный парк вызывает большие затруднения вследствие ограниченности площади, а также затруднения с расстановкой, обусловленной последовательностью выполнения технологических операций. Даже возможное увеличение площади цеха вызывает необходимость перепланировки оборудования.

Правильно подсчитанное количество станков должно одновременно предусматривать его комплектность. Если станочный парк скомплектован так, что отдельные группы станков не обладают соответственной пропускной способностью, то цех не может выпускать заданное количество готовой продукции, так как отдельные стадии обработки будут запаздывать. При неправильном подборе станков по типам и размерам для некоторых операций может не оказаться подходящих станков.

Определение количества станков механического цеха, необходимого для обработки деталей по заданной программе, производится двумя методами: 1) по данным технологического процесса и 2) по технико-экономическим показателям.

Применение того или иного метода подсчета зависит от ряда условий: характера производства, наличия материалов по объектам производства (чертежей, номенклатуры и ее разнообразия, характеристики изделий и т. д.) и требуемой точности подсчета, а также от того, какое назначение имеет подсчет — для предварительных соображений и приближенных подсчетов или для окончательных решений.

Метод по данным технологического процесса применяется при детальном проектировании на основании точно установленной номенклатуры под-

лежащих изготовлению изделий, данных технологического процесса и норм времени, разработанных на каждую деталь. Этот метод применяется при проектировании механических цехов серийного и массового производства.

Метод по технико-экономическим показателям применяется при укрупненном проектировании, когда номенклатура изделий точно не установлена, при разработке проектных заданий цехов единичного, серийного и массового производства, при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства с обширной и разнообразной номенклатурой выпускаемых изделий, при разработке проектов инструментальных и ремонтно-механических цехов.

Наиболее точно определить необходимое количество станков и наиболее правильно подобрать необходимый комплект их можно только на основании детально разработанного технологического процесса. В этом случае количество станков, необходимое для обработки деталей заданного количества машин по годовой производственной программе, подсчитывается на основе нормировочного времени, потребного на выполнение каждой операции обработки всех деталей заданного количества машин, выпускаемых в год.

Запасные части для выпускаемой продукции входят в количество деталей, определяющее годовую производственную программу.

При отсутствии данных о номенклатуре и количестве запасных частей их можно учитывать путем увеличения числа станко- и человеко-часов, необходимых для выполнения производственной программы по тем станкам, на которых могут обрабатываться запасные части (примерно в тяжелом и общем машиностроении на 5—6%, в автомобиле- и тракторостроении — на 20-22%).

А. Определение количества станков и коэффициентов загрузки и использования их по основному времени в серийном производстве

Метод определения потребного количества станков для серийного производства, описанный ниже, применим и для единичного производства, если имеются данные о времени обработки деталей, закрепленных за каждым типом станков.

Для расчета количества станков, необходимых для обработки деталей по заданной производственной программе, на основе разработанного технологического процесса и рассчитанной нормы времени на выполнение каждой операции по всем деталям следует определить время, затрачиваемое на обработку всего годового количества деталей каждого наименования на каждом станке.

Потребное количество станков данного типа C получается путем деления суммарного нормировочного времени, необходимого для обработки годового количества деталей, на действительное годовое число часов работы одного станка при соответствующем числе рабочих смен:

$$C = \frac{T_{\Sigma k}}{F_d m}$$

где $T_{\Sigma k}$ — суммарное нормировочное время, необходимое для обработки на станках данного типа годового количества деталей, ч;

$\wedge$ — действительное (расчетное) годовое число часов работы одного станка при работе в одну смену;

m — число смен работы станка в сутки.

Суммарное нормировочное время $T_{\Sigma k}$ подсчитывается (для серийного и единичного производства) на основе штучно-калькуляционного времени и подетальной годовой программы механического цеха, включая запасные части для выпускаемой продукции.

В основу расчета потребного количества станков для серийного, а также единичного производства принимается штучно-калькуляционное время,

так как подготовка и наладка станка, инструмента и приспособления и другие действия, время на выполнение которых входит в состав подготовительно-заключительного времени, производятся в рабочее время. Таким образом, станок в эти периоды занят, хотя непосредственной работы по снятию стружки и не происходит; значит, эта затрата времени должна входить в загрузку станка.

Суммарное нормировочное время в формуле (148) для серийного производства равно произведению штучно-калькуляционного времени для обработки одной детали на станках данного типа на годовое количество данных деталей, т. е.

$$m_{\text{шт}} \quad (149)$$

где $m_{\text{шт}}$ — штучно-калькуляционное время для обработки одной детали на станках данного типоразмера;

O — количество одноименных деталей, обрабатываемых в год на станках данного типоразмера (включая запасные части).

При обработке станках данного типоразмера разноименных деталей суммарное нормировочное время на обработку этих деталей равно сумме произведений времени обработки одной детали на годовое количество одинаковых деталей т.е.

$$(150)$$

или

где $t_k, /_k, *_{k,} \dots$ — штучно-калькуляционное время на обработку 1, 2, 3-й..... п-й детали на станках данного типоразмера, мин;

$O_2, O_3, \dots, /_k, \dots$ — соответственно количество разноименных деталей, обрабатываемых в год на станках данного типоразмера.

Как видно из формулы (148), для расчета потребного количества станков надо знать действительное расчетное годовое количество часов работы одного станка.

Действительное (расчетное) годовое количество часов работы одного станка, называемое *действительным годовым фондом времени станка*, есть то время, в течение которого станок должен быть занят работой. Оно равно номинальному годовому количеству часов (номинальному фонду времени станка), уменьшенному на время пребывания станка в ремонте, которое учитывается соответствующим коэффициентом

$$P_A = /_B \quad (152)$$

где $\wedge$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч;

$\wedge_7$ — номинальный годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч;

B — коэффициент использования номинального фонда времени, учитывающий время пребывания станка в ремонте.

Номинальный и действительный фонды времени можно отнести к одной, двум или трем сменам в зависимости от принятого режима работы. За основную величину следует принимать годовое количество часов для одной смены; в случае работы в несколько смен это учитывается множителем m в формуле (148).

Номинальный годовой фонд времени станка (в часах) для одной смены

для нескольких смен

$$F_m = \Phi H m. \quad (154)$$

Действительный годовой фонд времени станка (в часах) для одной смены

$$F_{ii} - Fk = OHk; \quad (155)$$

для нескольких смен

$$F^m = Fmk = \phi Hmk. \quad (156)$$

В формулах (153) — (156) Φ — количество рабочих дней в году;

H — количество рабочих часов в смену.

Как правило, при проектировании механических цехов принимается двухсменный режим работы при заданном количестве рабочих часов в смену; третья смена остается резервной.

Подставляя в формулу (148) значения T_{bk} из формул (149) и (151) и значение F_A из формулы (152), получаем требуемое (расчетное) количество станков данного типа:

при обработке *одноименных деталей*

$$\sim F_m 60 Fmk' \quad (157)$$

при обработке *разноименных деталей*

$$T_j n \sim 60 Fmk' \quad E t_k D$$

Числовые значения величин k , F и P_A принимаются на основании следующих положений:

а) время простоя станков можно учитывать только для выполнения ремонта;

б) время отпуска, а также невыход рабочих из-за болезни или по другим уважительным причинам не учитывают, имея в виду, что в хорошо организованном предприятии на места отсутствующих ставятся другие рабочие, так как станки не должны простаивать.

Время простоя станков из-за ремонта, учитываемое коэффициентом k , принимается исходя из количества часов, необходимых для выполнения ремонта, в зависимости от сложности и размеров станков, режима работы и продолжительности их службы. Обычно это время исчисляется в процентах от номинального годового фонда времени: для металлорежущих станков при работе в одну смену принимают **2%**, при работе в две смены — **3%**, при работе в три смены — **4%**; для металлорежущих уникальных станков весом более **100 т** и станков свыше 30-й категории ремонтной сложности при работе в две смены принимают **6%** и при работе в три смены — **10%**; для автоматических линий при работе в две смены — **10%**, при работе в три смены — **12%** (работа этого оборудования в одну смену не предусматривается).

При проектировании реконструкции заводов, когда предполагается использование старого оборудования, время на ремонт принимается большим.

Подставляя в формулы (154) и (156) числовые значения Φ , H , m , k , получим годовое количество часов номинального и действительного фондов Fm и $F_m m$ для работы станков в одну, две и три смены.

Номинальный годовой фонд времени станков при 41-часовой рабочей неделе определяется исходя из календарного годового количества дней (365 дней) за вычетом праздничных дней (**8** дней в году) и двух дней отдыха в неделю, причем общее количество дней отдыха в году в зависимости от продолжительности рабочего дня может быть разным. В предпраздничные дни рабочий день сокращается на 1 ч\ сокращенных рабочих дней в году **6**. При

Годовое количество часов номинального и действительного (расчетного) фондов времени для металлорежущих станков при 5-дневной рабочей неделе

[illegible]

двухсменной работе и продолжительности рабочего дня первой и второй смен по 8 часов количество дней отдыха в году 97, а рабочих дней — 260; номинальный годовой фонд времени рабочих 2070 ч, оборудования — при работе в одну смену 2070 ч, при работе в две смены — 4140 ч, при работе в три смены — 6210 ч. Независимо от графика работы общее годовое количество часов работы рабочих и оборудования остается одинаковым.

Принимая различные (в зависимости от числа смен) значения коэффициента k , учитывающего время простоя станков из-за ремонта, получаем для различных режимов работы (в 1, 2 и 3 смены) годовое количество часов действительного (расчетного) фонда времени.

В табл. 7 дано годовое количество часов номинального и действительного фондов времени для металлорежущих станков.

Рабочие места без оборудования (столы, верстаки и пр.) простоя из-за ремонта не имеют и поэтому их действительный фонд времени равен номинальному.

Для подсчета количества станков на основании приведенных выше формул составляется таблица загрузки станков по форме, приведенной в приложении 2. При проектировании по точной (подетальной) программе в этой форме перечисляются все подлежащие изготовлению в цехе детали, номер каждой из них, количество штук на одну машину. По горизонтали указываются станки, необходимые для обработки деталей (наименование, тип, основные размеры). В графе каждого типоразмера станка проставляется нормировочное время для выполнения операций на данном станке, получаемое путем умножения времени на операцию, взятого из технологических карт, на количество данных деталей одной машины. Затем по каждому типоразмеру станка суммируется время; итог представляет собой количество часов по этому станку, необходимых для изготовления одной машины. Полученное по каждому станку время умножается на годовое количество изготавливаемых машин, в результате чего получается общее суммарное время годовой загрузки в часах по каждому типоразмеру станка. Это суммарное время по каждой графе (годовая загрузка) на основании формул (157) и (158) делится на действительный годовой фонд времени станка в соответствии с принятым числом смен. В результате получается потребное количество станков каждого типоразмера.

Если программа цеха включает несколько типов машин, для каждой из них составляется отдельная таблица загрузки, а по ним — сводная таблица загрузки для всех машин программы.

При проектировании по приведенной программе в таблицу сначала необходимо вписать время загрузки каждого типоразмера станка обработкой деталей «расчетной» машины, после чего вносится время для деталей всех остальных машин данной группы. Оно определяется с учетом коэффициента приведения, установленного по трудоемкости для каждой машины данной группы относительно «расчетной» машины либо этот коэффициент принимают по формуле (42) исходя из весовых соотношений деталей — расчетной и сопоставляемой с ней.

Умножая операционное время детали «расчетной» машины по каждому типоразмеру станка на выведенный (или принятый) поправочный коэффициент, можно определить время для подобной детали каждой машины данной группы. Формула (42) позволяет также вывести поправочный коэффициент для машины в целом; в этом случае необходимо сопоставить суммарное время на механическую обработку и общие веса готовых машин.

Сведя суммарное время для деталей всех машин всех групп по каждому типоразмеру станка в одну общую таблицу, можно определить количество станков каждого типоразмера.

При большой и разнообразной по номенклатуре программе технологические карты нецелесообразно составлять для всех деталей изготавливаемых машин. В этом случае загрузку станков можно рассчитывать по группам деталей разных машин. Все детали этих машин, сходные по характеру обра-

ботки и размерам, разбиваются на группы (группы станин, рам, подставок, плит, группа валов и осей, группа шкивов, маховиков, втулок, группа зубчатых колес и т. д.). По каждой группе деталей составляются технологические карты на обработку и определяется норма времени для трех (большой, средней и малой) деталей. Эти три детали являются расчетными представителями группы. Время на обработку деталей промежуточных размеров можно определить по графикам, которые строятся по расчетным деталям (как указано на рис. 34), либо по формуле (42).

При составлении таблицы загрузки время на обработку одной детали на каждом типоразмере станка умножается на количество деталей данного наименования по годовой программе.

Дальнейший ход расчетов аналогичен расчету, описанному выше.

При проектировании цехов для производства изделий, выпускаемых действующими заводами, технологические процессы можно разрабатывать только на основные и наиболее характерные детали. Время, подсчитанное на обработку этих деталей путем нормирования, сравнивается с временем обработки аналогичных деталей на действующем заводе, при этом определяется *коэффициент расхождения*, который равен отношению времени обработки по рассчитанной норме и времени нормы этих же деталей на действующем заводе. Этот коэффициент принимается в качестве поправочного коэффициента к нормам времени всех остальных деталей действующего завода. Полученное таким образом время обработки на все детали вносится в таблицу загрузки, и расчет количества станков ведется в общем порядке.

Расчетное количество станков по приведенным выше формулам может получиться дробным; в этом случае его округляют до целого числа, которое называется принятым (фактическим) количеством станков $5_{\text{пр}}$.

Если при подсчитанном числе станков дробь получается небольшой (меньше 0,5), а следующий по размерам станок такого же типа загружен недостаточно, то следует эту дробь, выражающую долю станка, прибавить к подсчитанному количеству станков следующего большего размера. Такая догрузка называется «кооперированием» станков. Под этим названием в таблице загрузки (после строки «Расчетное количество станков») в графах соответствующих станков со знаком минус или плюс ставится дробная величина, переносимая из графы данного станка (минус) и прибавляемая в графу следующего по размеру станка (плюс).

Если же расчетное количество станков получается с малой дробью, а следующего по размерам станка такого же типа не имеется, то необходимо изыскать возможности уплотнения загрузки станка путем уменьшения норм времени (за счет повышения режимов резания и сокращения вспомогательного времени) либо перенести обработку некоторых деталей на недостаточно загруженные станки другого типа, например со строгального на фрезерный или наоборот. Особенно необходимо добиваться уплотнения загрузки крупных и дорогостоящих станков с целью наиболее полного их использования.

Общее количество потребных для проектируемого цеха станков $o_{\text{ц.пр}}$ определяется как сумма принятых количеств станков по каждому типораз-

МеРУТ'с'

$$5_{\text{ц.пр}} = \sum 5_{\text{пр}} \quad (159)$$

Загруженность станков по времени и их использование непосредственно для машинной работы определяются двумя коэффициентами: коэффициентом загрузки станков (по времени) и коэффициентом использования станков по основному (технологическому) времени.

Коэффициентом загрузки станка (по времени) η_z называется относительная величина, определяющая, насколько данный станок (или группа станков) занят при выполнении определенной работы (подробней см. § 5, п. I настоящей главы). Он равен отношению суммарного нормировочного времени к действительному фонду времени принятого количества станков при

соответствующем числе смен. Коэффициент загрузки выражается следующей формулой:

$$K_z = \frac{m_k}{T_{\Sigma} \cdot n_{\text{пр}}} \quad (160)$$

где T_{Σ} — суммарное нормировочное время, необходимое для обработки на данном станке годового количества деталей; для единичного и серийного производства — суммарное калькуляционное время; $n_{\text{пр}}$ — действительный годовой фонд времени станка

m — количество рабочих смен;

$n_{\text{пр}}$ — принятое (фактическое) количество станков.

Если сопоставить эту формулу с формулой (148), получим

$$K_z = \frac{T_{\Sigma} \cdot n_{\text{пр}}}{P_{\text{н}} \cdot m} \quad (161)$$

т. е. коэффициент загрузки равен отношению расчетного количества к принятому количеству станков.

1а величина меньше единицы; она тем ближе к единице, чем больше расчетное количество станков C приближается к принятому количеству 5 . Коэффициент загрузки равен единице (или 100%), если расчетное количество станков равно принятому, т. е. $C = 5_{\text{пр}}$

Необходимо, чтобы величина коэффициента загрузки была возможно ближе к единице. Как указано выше, для серийного производства величина его в среднем по цеху должна быть не менее 0,85.

Из формулы (161) следует, что *принятое или установленное количество станков*

$$5_{\text{пр}} = \frac{T_{\Sigma} \cdot C}{T_{\text{з}}} \quad (162)$$

Коэффициент загрузки подсчитывается для отдельных станков или их групп. Для подсчета коэффициента загрузки каждого станка отдельно необходимо произвести прикрепление обрабатываемых деталей к определенному станку и подсчитать загрузку каждого станка (в часах). После этого, разделив суммарное количество часов на действительный фонд времени, в зависимости от принятого количества смен данного станка, получим коэффициент загрузки станка. В этом случае в формуле (160) значение $5_{\text{пр}} =$

Кроме коэффициентов для отдельных станков или их групп подсчитывается общий *средний коэффициент* загрузки $T_{\text{зср}}$ для всего станочного парка цеха (участка). Подсчет производят двумя способами:

1) сумму расчетных количеств станков всех наименований для всего цеха делят на сумму всех принятых станков, т. е.

$$T_{\text{зср}} = \frac{T_{\Sigma}}{n_{\text{пр}}} \quad (163)$$

2) общую сумму количества часов нормировочного времени всех станков для всей годовой программы делят на действительный годовой фонд $n_{\text{пр}}$ принятого количества станков для всего цеха [формула (160)], т. е.

$$K_z = \frac{T_{\Sigma}}{n_{\text{пр}} \cdot m} \quad (164)$$

Как видно из изложенного, коэффициент загрузки показывает, насколько занят станок для определенной работы. Однако этот коэффициент не дает представления о том, в какой мере используется станок непосредственно для машинной работы, т. е. для снятия стружки при обработке заготовок.

Это представление дает коэффициент использования станка по основному времени.

Коэффициент использования станка по основному времени $\chi_{0<}$ равный отношению основного времени к штучно-калькуляционному (для серийного и единичного производства), выражается формулой

$$\chi_{0<} = \frac{T_o}{T_k} < 1 \quad 6 \quad 5 >$$

где T_o — основное (технологическое) время, ч;
 T_k — штучно-калькуляционное время, ч.

Коэффициент использования станка по основному времени подсчитывается для отдельных станков, для их групп и общий средний для всех станков цеха.

Средний коэффициент использования по основному времени всех станков цеха определяется отношением суммы основного времени к сумме калькуляционного времени всех станков цеха, т. е.

$$\chi_{0< \text{ср}} = 4^{-} \quad (166)$$

Как видно, величина этого коэффициента зависит от величин вспомогательного времени, времени на обслуживание рабочего места и физические потребности и подготовительно-заключительного времени, так как все эти величины входят в калькуляционное время, которое в формуле является знаменателем. Значит, чем меньше указанные величины этого времени, тем выше доля основного времени в общем нормировочном и тем выше коэффициент использования станка по основному времени. Необходимо, чтобы при серийном производстве величина этого коэффициента в среднем составляла не менее 0,65; чем больше его величина, тем выше использование оборудования.

Коэффициент загрузки и коэффициент использования по основному времени каждого станка или их группы, а также средние коэффициенты по всему станочному парку вносятся в таблицу загрузки станков (см. приложение 2).

Подсчитанные величины коэффициентов загрузки изображаются в виде графиков, которые строятся по коэффициентам, подсчитанным для каждого станка отдельно или для группы станков одного размера. На оси абсцисс указываются наименования или номера станков, на оси ординат коэффициенты загрузки в процентах. График получается в виде ломаной линии. Можно также изобразить график в виде столбиков. В последнем случае для каждого станка вычерчивается отдельный столбик, полная высота которого в принятом масштабе выражает 100%. На этом столбике откладывается число процентов, выражающее коэффициент загрузки. Вся высота столбика делится на столько равных частей, сколько принято смен. Соответствующая каждому коэффициенту высота столбика указывает загруженность станка по отношению к принятому количеству смен. Аналогично строится и график для коэффициентов использования станков по основному времени.

На графиках загрузки (или использования по основному времени) кроме коэффициентов для отдельных станков и групп станков изображается общий средний коэффициент загрузки (или использования по основному времени) для всего станочного парка цеха в виде прямой линии, проходящей через ломаную линию (или через все столбики) на высоте, соответствующей величине коэффициента. Примеры графиков коэффициента загрузки 7] даны на рис. 37 и 38.

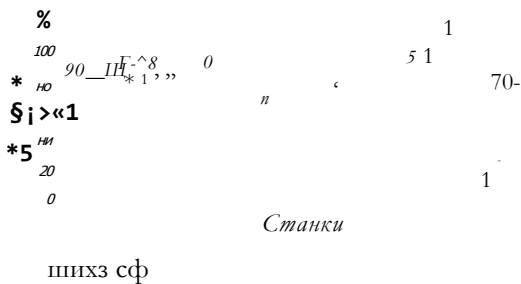


Рис. 37. График загрузки (по времени) и план станков (цифры на плане — порядковый номер станка)

Б. Определение количества станков и коэффициентов загрузки и использования их по основному времени для поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) производства

Количество станков для поточного производства — поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) — определяется исходя из времени, необходимого для выполнения отдельных операций, и такта выпуска с линии готовых деталей. При этих видах производства, как указывалось выше, необходимо достичь синхронизации операций в соответствии с принятым тактом для создания непрерывного потока. Таким образом, чтобы определить количество станков для выполнения одной операции в поточной линии t_{op} надо штучное время на ее выполнение разделить на величину такта выпуска, т. е.

$$n = \frac{t_{шт}}{T} \quad (167)$$

где $t_{шт}$ — штучное время, мин;
 T — такт выпуска деталей с поточной линии, мин.

Величина такта выпуска при поточно-массовом производстве согласно формуле (5)

$$T = \frac{60 \cdot P_{\Delta}}{P_{\Sigma}}$$

или, принимая значение P_{Δ} из равенства (152),

$$T = \frac{60 \cdot P_{\Sigma}}{P_{\Sigma}} \quad (168)$$

Подставив величину такта выпуска в формулу (167), получим количество станков для выполнения одной операции в поточной линии

$$n = \frac{t_{шт} \cdot P_{\Sigma}}{60 \cdot P_{\Sigma}} \quad K'$$

Если количество станков для данной операции получится дробным (или целым числом с дробью), оно округляется в сторону увеличения до целого числа, называемого принятым числом станков $n_{пр}$.

При поточно-серийном (поточно-переменном) производстве величина такта выпуска (если обработка деталей разных наименований производится с одним тактом), согласно формуле (6), равна

$$T = \frac{60 \cdot \sum t_{оп}}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n}$$

или

$$T \sim \frac{60 \cdot \sum t_{оп}}{D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n} \quad ППП>$$

Подставив в формулу (167) величину такта выпуска из формулы (170), получим количество станков для выполнения одной операции в поточно-переменной линии

$$n = \frac{t_{шт} \cdot (D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n)}{60 \cdot \sum t_{оп}} \quad /4-7 14$$

Общее количество станков в поточной линии S_n обработки данной детали (или группы деталей при переменном-поточном производстве) определяется как сумма принятых для отдельных операций количеств станков $n_{пр}$, т. е.

$$(172)$$

где $\Delta \epsilon_0$ — принятое количество станков для выполнения одной операции в поточной линии;

I — количество операций.

„ Коэффициент загрузки станков при поточно-массовом и поточно-серийном производстве определяется отдельно для каждого станка (по выполняемой им операции) и как средняя величина для станков всей поточной линии данной детали.

Коэффициент загрузки станка для данной операции равен отношению расчетного числа к принятому числу станков.

Исходя из этого, коэффициент загрузки станка для отдельных операций обработки данной детали в потоке $\tau_{\text{шт}}$ равен, согласно прежним обозначениям,

$$\pi = 0,75. \quad (173)$$

или, согласно формуле (167),

$$= \quad (174)$$

Отсюда видно, что принятое или установленное количество станков для выполнения данной операции в потоке

$$\Delta \epsilon_0 = \Delta \Gamma - \quad (175)$$

Средний коэффициент загрузки станков для всей поточной линии

$$\pi_{\text{ср}} = 0,75 \quad (176)$$

где C_{π} — сумма количеств расчетных станков для выполнения всех операций в потоке;

— сумма количеств станков, принятых для выполнения этих операций.

В поточно-массовом производстве средний коэффициент загрузки станков может быть ниже, чем при обычном серийном производстве. Это объясняется тем, что в поточно-массовом производстве при работе непрерывным потоком недостаточно загруженные станки не представляется возможным догрузить другими деталями, так как каждый станок налажен на выполнение определенной операции. Однако несмотря на это, общий выпуск продукции, приходящийся на один станок в поточно-массовом производстве, как и в поточно-серийном, выше, чем в обычном серийном производстве.

Необходимо, чтобы величина среднего коэффициента загрузки, как указывалось выше, равнялась не менее 0,8 и была возможно ближе к единице. Чем больше его величина, тем эффективнее использование оборудования.

Коэффициент использования станка по основному времени для отдельных операций, выполняемых в поточной линии, определяется по формуле

$$\eta_{\text{О.П}} = T_{\text{шт}} / T_{\text{О.П}}; \quad (177)$$

средний коэффициент использования по основному времени всех станков в поточной линии определяется по формуле

$$\eta_{\text{О.П.ср}} = \frac{1}{n} \sum \eta_{\text{О.П.}} \quad (178)$$

где $T_{\text{О.П.}}$ — сумма основного времени для всех операций в потоке;

$T_{\text{шт}}$ — сумма штучного времени для всех операций в потоке.

Необходимо, чтобы величина этого коэффициента была возможно ближе к единице. Для этого надо, чтобы в штучном времени величины вспомогательного времени, времени на обслуживание рабочего места и времени на физические потребности были возможно меньшими. Чем больше величина этого коэффициента, тем выше использование станков непосредственно для машинной работы; в поточном производстве величина его должна быть в среднем не менее 0,75.

Коэффициент использования станков по основному времени в поточно-массовом производстве выше, чем при серийном, так как в поточно-массовом производстве применяются специализированные, агрегатные и автоматические станки, при работе на которых вспомогательное время сводится к минимуму, а в некоторых случаях достигает нулевого значения. Вследствие этого доля основного времени в структуре нормы повышается, поэтому величина коэффициента использования станка по основному времени часто бывает близкой к единице. В результате выпуск продукции, приходящийся на один станок, в поточно-массовом производстве выше, чем в серийном.

В поточно-серийном производстве (в переменнo-поточных линиях), где использование специализированных, агрегатных и автоматических станков возможно в меньшей степени, чем при поточно-массовом производстве, повышение удельного значения основного времени в структуре нормы достигается путем сокращения вспомогательного времени с помощью применения специальных приспособлений, механизации и автоматизации станков. Таким образом, и при поточно-серийном производстве коэффициент использования станков по основному времени получается выше, чем при серийном, благодаря чему выпуск продукции с одного станка получается больше. Однако этот коэффициент все же ниже в переменнo-поточном производстве, чем в поточно-массовом, вследствие неизбежности переналадок линии на обработку других партий деталей.

На основе таблицы загрузки станков, разрабатываемой, как указывалось выше, по данным технологических карт, составляется сводная ведомость станков механического цеха с характеристикой каждого станка по форме, приведенной в приложении 3. В этой ведомости указываются наименование станков, номер станка по плану цеха, основные размеры, тип и марка, завод-изготовитель, габаритные размеры, вид привода, количество станков по каждому типоразмеру, мощность электродвигателей, вес, затраты на станок (в руб.) с транспортными расходами и монтажом.

В. Определение количества станков по технико-экономическим показателям

Этот метод, как указывалось выше, применяется при укрупненном проектировании: при разработке проектных заданий цехов единичного, серийного и массового производства, при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, когда продукция разнообразна и ее номенклатуру заранее установить точно затруднительно, при проектировании инструментальных и ремонтно-механических цехов и во всех случаях, когда допустимы приближенные расчеты потребного количества станков.

Этот метод имеет большую практическую ценность при проектировании цехов и заводов, особенно когда сроки проектирования строительства и развертывания производства очень кратки.

Точность результатов подсчета по этому методу может быть вполне достаточной для практических целей; она зависит от правильности показателей. Имея систему проверенных показателей, можно значительно упростить и ускорить расчет количества станков, рабочей силы и вообще весь расчет и проектирование цеха или завода в целом.

В основу расчета количества станков можно принимать следующие технико-экономические показатели:

- 1) годовой выпуск с одного станка при работе в одну смену (или в несколько смен), выраженный в тоннах или штуках годовой продукции;
- 2) годовой выпуск с одного станка при работе в одну смену (или в несколько смен) в денежном выражении;
- 3) число станко-часов, необходимое для обработки одного комплекта деталей одного изделия или 1 *т* изделий либо для обработки комплекта деталей на 1 л. с. (для машин-двигателей).

Точность укрупненных расчетов, как уже известно, зависит от правильности величин принятых при этом показателей. Последние следует брать из практики наиболее передовых заводов, утвержденных современных проектов заводов, аналогичных либо близких к проектируемому по своим условиям, в том числе по характеру продукции, типу производства, размерам выпуска, особенностям технологии и др. С целью проверки укрупненные расчеты количества потребного оборудования рекомендуется проводить одновременно двум-трем показателям. Учитывая непостоянство ценностных измерителей (годовой выпуск в рублях с одного станка в одну смену), зависящих от ряда различных и притом изменяющихся производственных и других факторов, исчисленное с их помощью потребное количество станков необходимо сопоставлять с результатами расчетов, выполненных на основе других показателей.

Для многих машин средних размеров годовой выпуск с одного станка при одной смене в среднем равен 35—40 *т* готовых изделий, а число станко-часов, затрачиваемых на изготовление 1 *т* готовых изделий, соответственно составляет 57—50.

Для крупных машин, имеющих значительный вес, выпуск со станка в тоннах сравнительно больше, а число станко-часов на 1 *т* меньше, чем для машин средних размеров. Для небольших машин или машин с большим количеством мелких деталей, требующих обработки на станках, выпуск со станка в тоннах меньше, а число станко-часов на 1 *т* больше.

Таблица 8

Примерное число часов, затрачиваемых на механическую и все другие виды обработки одного комплекта деталей грузовых и легковых автомобилей и тракторных двигателей, а также на сборочные работы поточно-массового производства (по проектам)

Наименование и тип изделий	Общая техно- логическая трудо- емкость по всем цехам на всю машину		В том числе					
			на механическую обработку		на сборочные работы			
<i>станкОЧ</i>								
Грузовой автомобиль грузопод- емностью 2,5т	96	100	20	21	27	28		
Грузовой автомобиль грузопод- емностью 4 т	150	100	45	30	34	23		
Грузовой автомобиль грузопод- емностью 5 и 7 т (повышенной проходимости)	1150	100	437	38	414	36		
Легковой автомобиль малолитраж- ный четырехместный	117	100	29	25	29	25		
Легковой автомобиль пятимест- ный	128	100	32	25	32	25		
Тракторный двигатель СМД-7 .	78	100	28	36	18	23		
Тракторный двигатель Д-20 . .	110	100	62	56	19	17		
Тракторный двигатель Д-40 . .	118	100	49	41	15	13		
Тракторный двигатель КДМ	209	100	73	35	34	16		
Автомобильный У-образный дви- гатель грузового автомобиля грузо- подъемностью 4,0—4,5 т								
			10 2					

В табл. 8 приведено примерное число станко-часов (станкоемкость)*, затрачиваемых на механическую и все другие виды обработки одного комплекта деталей грузовых и легковых автомобилей и тракторных двигателей, а также примерное число человеко-часов на сборочные работы каждой из указанных машин, в табл. 9 — примерное число станко-минут на механическую обработку основных деталей тех же автомобилей.

В табл. 10 указано примерное число человеко-часов и станко-часов, затрачиваемых на механическую обработку 1 *m* обрабатываемых деталей и 1 *m* общего веса машин, а также выпуск в тоннах, приходящийся на единицу производственного оборудования для разных отраслей машиностроения.

Зная по производственному заданию вес готовой продукции (или количество штук одноименных изделий), выпускаемой в год, и показатель, определяющий годовой выпуск с одного станка в тоннах (или штуках) при работе в одну смену, получаем расчетное количество станков, необходимое для изготовления заданного количества изделий при соответствующем числе рабочих смен.

Если *C* — расчетное количество станков;

(2 — годовой выпуск готовой продукции в тоннах (или штуках);

q — годовой выпуске одного станка при работе в одну смену (в тоннах или в штуках) готовой продукции (показатель);

m — количество смен работы станков, в сутки,

$$\text{то} \quad C = \frac{2}{qm}. \quad (179)$$

Расчетное количество станков по показателю, выражающему число станко-часов, затрачиваемых на 1 *m* или на 1 шт. готовых изделий, можно определить по формуле

$${}_n T \quad \frac{II\{\}}{Fn m} \quad (180)$$

где *T* — общее количество станко-часов, затрачиваемых на всю годовую программу;

Λ — количество станко-часов, затрачиваемых на 1 *m* или на 1 шт. готовых изделий (показатель);

,*P*_Δ — действительный годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч.

Так как коэффициент загрузки станков "*Б* = < }_{пр} , то принятое число станков согласно формулам (179) и (180) составит

$$\text{и} \quad 5_{\text{пр}} = \frac{1}{< \text{пр}} \quad (181)$$

$${}^{\text{пр}} F_{\Lambda \text{ шт}})_3 \quad 5_{\text{пр}} = \frac{1}{\Lambda}. \quad (182)$$

$$\text{Из этих формул следует, что} \quad \wedge \quad (183)$$

$$\text{или} \quad f^* \quad (184)$$

$$q = m \cdot g$$

$$F_A = q \cdot b. \quad (185)$$

Из этих формул видно, что если показатели *q* и *b* правильны, то будет соблюдено равенство, указанное в формулах.

* Отношение количества станко-часов к количеству человеко-часов определяют коэффициент многостаночного обслуживания, который для цехов пассив и двигателей грузовых автомобилей равен примерно 1,3—1*5, для цехов коробок передач и автоматных — 1,7—1,9.

Примерное число станко-минут, затрачиваемых на механическую обработку основных деталей грузовых и легковых автомобилей (по проектам для поточно-массового производства)

Детали	Грузовые автомобили грузоподъемностью, T						Легковые автомобили				
	2,5			3,5—4			5—7		малоли- тражные	четырёх- местные	
	100	200	400	100	200	400	30	60	100	60	100
Годовой выпуск, тыс. шт.											
Блок двигателя	95,0	76,0	56,0	110,0	88,0	66,0	256,0	87,5	76,0	109,0	95,0
Головка блока	7,5	6,0	4,4	8,7	6,9	5,2	20,0	6,9	6,0	8,7	7,5
Коленчатый вал	92,3	74,0	54,3	107,0	85,6	64,0	249,0	85,0	74,0	106,0	92,3
Распределительный вал .	45,5	36,0	26,6	52,0	41,6	31,2	121,5	41,5	36,0	51,8	45,0
Шатун с крышкой . . .	8,2	6,5	4,8	9,5	7,6	5,7	22,1	7,5	6,5	9,4	8,2
Маховик.....	11,2	8,9	6,7	13,0	10,4	7,8	30,2	10,3	8,9	12,9	11,2
Поршень	3,4	2,7	2,0	4,0	3,2	2,4	9,3	3,1	2,7	3,9	3,4
Поршневой палец	0 , 9	0 , 7	0 , 5	1,15	0,9	0,6	2,7	0,9	0,7	1,1	0,9
Поршневое компрессион- ное кольцо	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4	0,3	1,1	0,3	0,3	0,4	0,4
Впускной клапан	1,3	1,1	0,8	1,6	1,2	0,9	3,7	1,2	1,1	1,5	1,3
Блок шестерен	13,8	11,0	8,3	16,0	12,8	9,6	37,2	12,7	11,0	15,9	13,8
Шестерня коробки пере- дач	12,9	10,3	7,7	15,0	12,0	9,0	34,8	11,9	10,3	14,8	12,9
Первичный вал коробки передач	22,8	18,2	13,5	26,5	21,2	15,9	61,5	21,0	18,2	26,2	22,8
Вторичный вал коробки передач	25,8	20,6	15,4	30,0	24,0	18,0	69,6	23,8	20,6	29,7	25,8
Картер.....	23,3	18,7	13,7	27,0	21,6	16,2	63,0	21,4	18,7	26,8	23,3
Червяк руля.....	4,1	3,3	2,4	4,8	3,8	2,8	11,2	3,8	3,3	4,7	4,1
Картер руля	8,3	6,6	4,9	9,6	7,7	5,7	22,4	7,6	6,6	9,5	8,3
Сателлит дифференциала	3,6	2,7	2,1	4,2	3,3	2,5	9,8	3,3	2,7	4,1	3,6
Поворотный кулак . . .	19,8	15,8	11,7	23,0	18,4	13,8	53,5	18,2	15,8	22,8	19,8
Скользящая вилка кар- данного вала.....	10,3	8,2	6,2	12,0	9,6	7,2	27,8	9,5	8,2	11,8	10,3
Фланец кардана.....	8,3	6,6	4,9	9,6	7,7	5,7	22,4	7,6	6,6	9,5	8,3
Полуось	12,5	10,0	7,5	14,5	11,6	8,7	33,8	11,5	10,0	14,4	12,5
Ступица колеса.....	6,3	5,0	3,7	7,3	5,8	4,4	17,0	5,8	5,0	7,2	6,3
Тормозной барабан . . .	4,7	3,7	2,7	5,2	4,1	3,1	12,7	4,3	3,7	5,4	4,7
Шестерня полуоси . . .	6,4	5,1	3,8	7,5	6,0	4,5	17,4	5,9	5,1	7,4	6,4
Коническая задняя веду- щая шестерня	12,9	10,3	7,7	15,0	12,0	9,0	34,8	11,9	10,3	14,8	12,9
Коническая ведомая ше- стерня	7,7	6,2	4,5	9,0	7,2	5,4	20,9	7,12	6,2	8,9	7,7
Крестовины дифференциала	5,8	4,6	3,4	6,8	5,4	4,1	15,8	5,4	4,6	6,7	5,8

и —образный автомобильный двигатель мощностью 150—160 л. с.

	Стан- ко-ми- нуты	Тру- до- ми- нуты
Блок двигателя	163	48
Головка блока	69	20
Коленчатый вал: стальной	114	91
чугунный	85	68
Распределительный вал: стальной	50	26
чугунный	44	23
Картер сцепления . . .	13,5	5,5
Шатун с крышкой . . .	68	51
Крышка распределитель- ных шестерен	4,5	3,5

Примечание. В связи с повышением требований к точности обработки и качеству обработанной поверхности, станко- и трудоемкость деталей в последние годы снизилась мало, а в некоторых случаях при значительном изменении конструкции несколько повысилась.

Примерное число человеко-часов и станко-часов, затрачиваемых на механическую обработку 1 г общего веса (машин) или на 1 т обрабатываемых деталей тяжело машиностроения и станкостроения и выпуск на единицу производственного оборудования

Машины	На 1 Г общего веса		На 1 Т обрабатываемых деталей		Выпуск на единицу производственного оборудования, Т
	чел.-ч	станко-ч	чел.-ч	станко-ч	
Тяжелое машиностроение					
Прокатные станы — крупно-, средне-, мелкосортные: рабочие и шестеренные клетки, шпиндели, роляганги и прочее оборудование			18	20	190
Валки листопрокатных (холодного проката), сортопрокатных (горячего проката), трубных станов, валки шевронные			11	12	306
Турбины (детали: цилиндры, валы, роторы, диски, рабочие колеса, диафрагмы, сопла): паровые и газовые мощностью до 50 000 кет . . ■			51	56	67
свыше 50 000 до 800 000 кет			27	30	120
Лопатки для турбин мощностью: до 50 000 кет			2018	2220	1,47
до 50 000 кет из точных заготовок			1240	1365	2,3
от 50 000 до 800 000 кет . . .			750	824	4,1
Редукторы для прокатных станов цилиндрические, цилиндрическо-конические, червячные глобоидные (при выпуске 4500 т весом до 30 г)			37	41	87
Краны мостовые электрические грузоподъемностью:					
15 20 т •••••			28	31	98
30—50 т			22	24	135
Двигатели внутреннего сгорания: тихоходные дизели мощностью 600 л. с.			20	22	149
быстроходные » »					
450 л. с.			46	50,4	78
Специальные крепежные детали (винты, болты, гайки, шпильки, штифты) и нормализованные детали (втулки, кольца, стаканы, фланцы и т. п.)			214	235	17
			273	300	11
Станкостроение					
Токарно-винторезные, вальце-токарные, специальные и агрегатные станки (средний вес станка 8,7 т)	131*	73,5	—	—	43,6
Резьбошлифовальные, червячно-шлифовальные, зубошлифовальные станки высокой точности (средний вес станка 5,1 т) ■ ■	264*	208	—	—	18
Горизонтально- и координатно-расточные станки, включая станки высокой точности (средний вес станка 32 т)	177*	74	—	—	48
Токарно-револьверные станки (средний вес станка 4,3т) . . .	I 25,5*	65			51

Продолжение табл. 10

Машины	На 1 <i>T</i> общего веса		На 1 <i>T</i> обрабатываемых деталей		Выпуск на единицу производственного оборудования
	цел.к*	станко-ч	цел.-ч	станко-ч	
Зубообрабатывающие станки, включая станки высокой точности (средний вес станка 7,8 <i>m</i>)	194,6*	100			37

По механосборочным работам (без литейных и кузнечных работ).

При расчете принятого количества станков по формулам (181) и (182) величину коэффициента загрузки t_3 можно принимать в размере 0,85. Общее количество станков, подсчитанное по этим формулам для всего цеха распределяется по видам (типам) в процентном соотношении, принимаемом по данным выполненных проектов механических цехов соответствующей отрасли машиностроения (см. табл. 11, 11а 12 12а 13)

Таблица 1}

Состав оборудования механических цехов автомобильных заводов, %

Станки	При производстве грузовых автомобилей грузоподъемностью 4,0-4,5 <i>T</i> в СССР 1965 г	По переписи СССР 1962 г.	По переписи США 1963 г.	По переписи Англии 1961 г.
Токарные:	26,0	23,5	14,5	26,5
в том числе автоматы и полуавтоматы	10,9	12,5	9,5	17,5
Расточные:	2,4	2,3	5,45	3,6
в том числе алмазно-расточные	1,5	1,2	2,9	1,7
Сверлильные:	16,6	19,0	20,0	21,5
в том числе многошпиндельные	4,5	3,1	5,5	4,0
Фрезерные.....	9,7	13,0	7,0	12,0
Зубообрабаты вающие:	6,6	8,1	9,5	9,3
в том числе зубофрезерные для цилиндрических колес	2,2	2,7	3,45	2,9
зубофрезерные для конических колес.....	0,9	0,8	2,2	0,65
зубо долбежные	1,0	1,4	1,72	2,6
зубоотделочные	1,5	1,6	1,9	нет
Шлифовальные:	16,2	18,0	27,0	сведений 21,0
в том числе круглошлифовальные	3,5	4,7	3,1	4,6
бесцентровые шлифовальные . .	2,0	2,3	3,1	1,7
плоскошлифовальные.....	3,1	3,4	3,2	2,3
другие шлифовальные	4,6	4,6	9,6	7,9
Полировальные	0,6	1,3	5,3	2,3
Хонинговальные.....	0,9	0,58	1,15	0,85
Притирочные (доводочные)	1,5	0,58	0,6	1,2
Протяжные:	1,63	1,8	2,1	1,34
в том числе горизонтальные . .	0,7	1,05	0,45	0,52
вертикальные для внутреннего протягивания	0,4	0,24	0,55	0,54
вертикальные для наружного протягивания.....	0,5	0,5	0,65	0,27
непрерывного действия.....	0,03	0,01	0,12	0,01
Прочие.....	17,87	11,84	7,4	0,41
	100	100	100	

Примерный состав оборудования по отдельным механическим цехам
автомобильных заводов для производства грузовых и легковых автомобилей
различных типов, %

Станки	Производство грузовых автомобилей грузоподъемностью 2,0—2,5 Т			Производство грузовых автомобилей грузоподъемностью 4,0—4,5 Т			Производство легковых малолитражных автомобилей		
	цех двигателей	цех шасси	автоматный цех	цех двигателей	цех шасси и задних мостов	цех коробки передач	цех двигателей	цех шасси	автоматный цех
Токарные и револьверные	10,8	24,7	48,7	22,5	26,0	23,8	16,5	23,8	52,7
Расточные.....	3,7	0,9	1,5	3,0	0,4	0,3	3,1	2,1	0,3
Сверлильные.....	17,2	20,7	14,0	21,7	20,5	16,9	27,0	22,4	15,4
Агрегатные	6,6	9,9	4,0	9,0	13,4	3,3	9,9	5,2	1,8
Строгальные и долбежные	0,5		0,1						0,8
Протяжные.....	2,1	2,7	0,8	2,8	3,5	1,8	1,7	2,1	1,3-
Зубообрабатывающие	13,6	9,3		5,0	12,9	23,8	4,5	15,9	
Фрезерные.....	11,2	6,7	9,1	13,8	8,0	12,2	13,1	12,5	9,7
Шлифовальные и полировальные	20,4	12,5	4,7	21,2	11,9	17,3	19,9	12,9	7,а
Резьбонарезные	0,1	0,9	2,0	0,2	3,0	0,6	0,6	1,1	9,4
Прочие	13,8	11,7	15,1	0,8	0,4		3,7	2,0	1,0-
Итого . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Удельное значение автоматов и полуавтоматов в составе металлообрабатывающих станков . . .	10	18	37	27	24	35	18	11	34

Полученное таким образом количество станков каждого вида (типа)¹ в случае дробного числа округляется до целого числа в ту или другую сторону, но так, чтобы общее количество станков не выходило за пределы принятого их числа; при таком округлении дробных чисел необходимо учитывать характер станков, допускающих однородную обработку.

Дальнейшее, более подробное распределение станков по типам и размерам в пределах каждого вида производится на основании подбора по наибольшим и характерным деталям проектируемого производства. При отсутствии необходимых данных станки подбирают комплектно по аналогии с существующими цехами передовых заводов данной отрасли машиностроения.

В результате проведенных расчетов и подбора типов станков составляется сводная ведомость станков (по форме, указанной в приложении 3) с характеристикой каждого станка.

Табл. 11 содержит примерный состав оборудования в механических цехах (в процентах по каждому виду от всего парка станков цеха) по данным, переписи оборудования автомобильных заводов СССР, США и Англии, табл. 11а — по отдельным цехам при производстве некоторых грузовых и легковых автомобилей, табл. 12а — по данным проектов станкостроительных заводов, табл. 12а — по данным типовых проектов станкостроительных заводов и табл. 13 — по данным некоторых проектов заводов тяжелого машиностроения.

§ 7. РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

Общее количество участвующих в работе механического цеха составляют: а) производственные рабочие, главным образом станочники; б) вспомогательные рабочие; в) младший обслуживающий персонал (МОП); г) слуг-

Примерный состав оборудования механических цехов станкостроительных заводов
(по видам станков), %

Станки	1970	1971	1972	1973	1974
Токарно-винторезные.....	19,2	12,2	15,9	11,8	18,4
Токарно-револьверные.....	3,7	7,4	2,7	5,2	4,5
Токарные автоматы и полуавтоматы		1,1	—	1,0	1,2
Карусельные.....	2,2	0,8	1.0	0,8	2,5
Расточные.....	6,0				
Координатно-расточные	1,5	5,5	7,0	5,5	5,9
Сверлильные.....	10,6	6,2	5,2	10,9	5,5
Фрезерные.....	15,0	13,1	12,9	14,2	11,0
Строгальные и долбежные	5,0	4,1	7,8	2,1	4,1
Протяжные	0,9	0,4	0,7	1,3	0,6
Шлифовальные.....	12,2	21,8	13,4	13,0	11,9
Зубообрабатывающие.....	5,8	6,2	9,0	5,9	9,8
Специальные, агрегатные, автоматы					
полуавтоматы.....	15,0	20,0	22,0	25,0	23,0
Отрезные	1,3				
Прочие	1,6	1,2	2,4	3,3	1,6
Итого	100	100	100	100	100

- * Поточный, серийный и мелкосерийный выпуск.
- ** Серийный и мелкосерийный выпуск.
- *** Мелкосерийный выпуск.
- Поточный, крупносерийный и мелкосерийный выпуск.

жащие; инженерно-технические работники (ИТР) и счетно-конторский персонал (СКП).

Для единичного и серийного производства определение количества производственных рабочих-станочников по виду работы (специальности) и по квалификации (разрядам) может производиться двумя способами:

- 1) по общему нормировочному времени, потребному на изготовление годового количества изделий;
- 2) по заданному количеству станков.

По общему нормировочному времени количество рабочих-станочников определяется на основе суммарного птучно-калькуляционного времени на каждую операцию, указанного в технологических картах, по формуле

$$= -N = ' \quad \text{A. p P}^{\text{oir}} \text{A. p}^{\text{b}} \text{p} > \quad (<186)$$

где $G_{\text{ЛК}}$ — суммарное нормировочное штучно-калькуляционное время, необходимое для обработки на станках данного типа годового количества деталей (с учетом запасных частей), ч;

$I_{\text{д.р}}^*$ — действительное количество часов работы одного рабочего в год (действительный годовой фонд времени рабочего), ч\

V_p — количество станков, на которых, может одновременно работать один рабочий (коэффициент многостаночности);

Состав оборудования механических цехов по данным типовых проектов станкостроительных заводов (по видам станков), %

[illegible][illegible]

Примечание. Во всех указанных типовых проектах предусмотрено:
1) серийное производство станков при наличии пеха мѣлких серий; 2) поставка зубчатых колес специализированными заводами.

Примерный состав оборудования механических цехов заводов тяжелого машиностроения (по видам станков), %

00 o o c o o
o o c e r - T

00 r--
CO o

o
cN

i c
o

o
o

05 00 CM 1O CO 00
O - r-. Tf CO ->

e n
o

00
CO

CO t"- LO
- 00* CM

CM -
- - c

CO -
~ o*

00
CM

~ 0-0
< N CM CM 1O

CO O
o o CO

r-
CM lili

c0 1O
tO o"

r-
CM

05 m CM
~ O < 0 CM

O (E5
cN o"

o o CM o < o
- - 00* CM*

0
CO*

00
o

lili

r-
CM

TT < 0
CM CO

CO CO - co
- - ' LO CM

r>

o
CM

CO IC c o CM
- O O CO*

CO -
- cN

- 10
- T o*

05 < f, > c*- O
- O co CO

o co 1O
co - o?

III

00 t-- LO - ■
© - * CM < o*

00 00
o o "

10
CM

o
CM

O
00*

O
CO*

LO LO LO

LO LO LO LO ^

III

O
CO*

Tf
o*

l i l i

00 00
C M

ja
S
o.

3
2

O
cH
S

*c-
s;
e;
a

3
S
S
S
e-

a.

0
3
m
H
X
H
s
12
x a
10
a > 3*
H o.
O c

o
o
t-
S

05
H
G.
c

0 S

00
O
O
O
c

3
O
u
>>
o-

CQ LQ

X

u

c

5
c

CO

0)

n

О — количество одноименных деталей, обрабатываемых в год на станках данного типоразмера.

По заданному количеству станков количество рабочих-станочников определяется исходя из заданного или принятого количества станков $5_{пр}$.

$$F_{\text{Ä}}^{\text{Sk}}$$
 $T_{\kappa}^{\wedge \cup \text{pr}} \text{'U}_3-$
$$\#_{\text{cr}} = -\frac{F \wedge t f l S r i \wedge 7]_3}{\Delta \cdot P \cdot b P} \quad (187)$$

При подсчете количества рабочих-станочников по формуле (188) необходимо знать величину коэффициента загрузки станков; если он неизвестен, следует задаться его величиной в размере $\eta_3 = 0,85$.

$$p \cdot p = v$$

Величина коэффициента k_p , учитывающего время отпуска и невыход рабочего по уважительным причинам, принимается в проектных работах в установленном размере. Для механических, сборочных и других цехов холодной обработки при отпуске, состоящем из 15 рабочих дней, $k_p = 0,9$ (10% от номинального годового фонда времени); при отпуске 18 рабочих дней $k_p = 0,89$ (11% от номинального годового фонда времени) и при отпуске 24 рабочих дня $k_p = 0,87$ (13% от номинального годового фонда времени).

Для лучшего использования рабочей силы целесообразно в тех случаях, где это возможно, вводить многостаночную работу, например на автоматах,

Годовое количество часов номинального и действительного (расчетного) фондов времени рабочего механических, сборочных инструментальных и ремонтно-механических цехов при 5-дневной рабочей неделе

Продолжительность рабочей недели, в ч	Продолжительность основного отпуска, в дни	Количество рабочих дней в году*	Количество дней отдыха в году*	Количество праздничных дней в году	Количество сокращенных на 1 ч праздничных рабочих дней	Номинальный годовой фонд времени рабочего в часах / з	Отпуск и невыход рабочего по уважительным причинам в % от номинального фонда времени	Коэффициент Кр	Действительный годовой фонд времени рабочего в часах Кр
41	15	260; 271	97; 86	8	6	2070	10	0,90	1860
41	18	260; 271	97; 86	8	6	2070	11	0,89	1840
41	24	260; 271	97; 86	8	6	2070	13	0,87	1800

* 260 рабочих дней и 97 дней отдыха в году при однопосменном режиме работы, при котором рабочие первой и второй смены работают по 8 часов; 271 рабочий день и 86*дней отдыха и 111 трехсменном режиме работы, при котором рабочие первой и второй смены работают по 8 часов а рабочие третьей смены —7 часов.

на зуборезных станках, на токарно-валовых, строгальных и других станках.

Поэтому в целях полного использования времени рабочих подсчет количества станочников надо вести по формуле (186) или (187) с учетом величины γ_3 , полученной по подсчету станков.

Для поточного производства (поточных линий) количество рабочих-станочников определяется по количеству рабочих мест (станков), выполняющих определенную операцию, если станочник работает на одном станке. В этом случае использование времени рабочих соответствует загрузке рабочих мест (станков), которая должна быть возможно ближе к величине такта.

При многостаночной работе, если она возможна по характеру выполняемой операции, количество станков, которое может одновременно обслуживать один рабочий, определяется путем расчета и составления циклограмм или, как обычно делается, путем использования опытных данных многостаночной работы.

Если станки одинаковы и выполняют одну и ту же операцию (/...а у них одинаково), их количество можно подсчитать по формуле (39)

$$P < \frac{t_{\text{в.п}} \cdot 4}{t_{\text{в.п}} \cdot \gamma_{\text{в.п}}} \leq \frac{t_{\text{в.п}} \cdot 4}{t_{\text{в.п}} \cdot \gamma_{\text{в.п}}}$$

[Обозначения см. в формуле (38).]

Если расчетное количество станков z_p получится с дробью, то дробь отбрасывается; полученное число называется принятым количеством станков (с тем же обозначением z_p).

Если станки разные или одинаковые, но выполняют разные операции, то для расчета надо принимать значение $t_{\text{в.п}}$ того станка, у которого оно меньше.

Циклограммы, составленные на основании анализа технологических процессов объединяемых станков, определяют последовательность обслуживания станков, время, которое затрачивает рабочий для работы на каждом станке, и период непрерывного машинного времени на одном станке.

Примерная циклограмма одновременной работы на четырех станках показана на рис. 33.

Подбор нескольких станков, на которых может одновременно работать один рабочий, зависит от характера технологической операции, соотношения элементов затрачиваемого времени, непрерывного машинного времени, количества и частоты ручных действий и переходов рабочего от одного станка к другому.

Одновременная работа на нескольких станках легче осуществляется на ■ станках наиболее автоматизированных, у которых вспомогательное время доведено до минимума и ручные действия устранены или применяются в минимальном количестве. Вследствие этого для работы одного рабочего на нескольких станках универсального типа необходимо оснастить их соответствующими приспособлениями, самовыключателями и другими приборами и принадлежностями, сокращающими время и устраняющими необходимость ручных действий рабочего.

При работе на двух или нескольких станках расположение их должно быть таким, чтобы затрата времени на переходы от одного станка к другому была минимальной, а органы управления станками находились бы на ближайшем расстоянии и в наиболее удобном месте (пример расположения станков см. ниже).

Одновременная работа на нескольких станках по выполнению технологических операций может осуществляться по-разному:

- а) параллельное выполнение одной и той же операции на нескольких ■ станках (использование станков-дублеров);
- б) последовательное выполнение операций по обработке одной и той же детали на нескольких станках;
- в) выполнение на нескольких станках различных операций обработки различных деталей.

В некоторых случаях одной из форм организации одновременной работы на нескольких станках является деление станков на основные и дополнительные (вспомогательные). Основными являются станки, на которых выполняются наиболее ответственные операции, требующие большего внимания и меньшего непрерывного машинного времени по сравнению с другими станками. На дополнительных станках выполняется менее ответственная обработка других деталей со значительным непрерывным машинным временем, не требующая постоянного наблюдения; таким образом, работа на этих станках является дополнительной к работе на основных станках.

Достигнутые на многих передовых заводах практические результаты одновременной работы на нескольких станках показывают высокий технико-экономический эффект многостаночного метода работы, который необходимо шире внедрять в производство при проектировании технологических процессов.

При разработке проектов механических цехов обычно количество станков, на которых может одновременно работать один рабочий, определяется не путем подробных расчетов, а путем использования опытных данных по многостаночной работе из соответствующей отрасли машиностроения. Эти данные выражают для различных типов станков *коэффициент многостаночности*, т. е. количество станков, на которых может одновременно работать один рабочий.

Так, например, коэффициент многостаночности при проектировании автомобильных и тракторных заводов принимается:

для токарных многорезцовых станков, токарных полуавтоматов, крупных фрезерных станков	1,5—2
для многошпиндельных полуавтоматов	1,2—1,5
для одношпиндельных автоматов и зубострогальных станков	3—4
для зубодолбежных и зубофрезерных станков	4—5
для универсальных токарных, сверлильных, протяжных, револьверных, фрезерных (мелких и средних), кругло и плоскошайфовальных станков, для станков непрерывного действия (фрезерных, шлифовальных и др.)	1

При поточно-массовом производстве с точным определением количества рабочих по рабочим местам количество станочников определяется окончательно после разработки плана расположения оборудования, когда выясняется возможность обслуживания одним рабочим нескольких станков.

Пользуясь формулами (186) и (188) для единичного в серийного производства, рассчитывают количество рабочих-станочников по виду работ (по специальности) и по их квалификации (по разрядам) с учетом возможности совмещения разных профессий. Этот расчет производится на основе суммарного времени на каждую операцию, указанного в технологических картах.

Для определения количества станочников по специальности и разрядам составляется (по форме, указанной в приложении 4) таблица подсчета количества рабочих-станочников, потребного для изготовления одной машины и всего количества машин по годовой программе. Суммируя время на все детали, получают потребное время (в часах) на изготовление одной машины по каждой специальности и каждому разряду рабочих. Умножая это время на количество машин по годовой программе, получают общее время по специальностям и разрядам, потребное на все количество машин. К полученному общему времени прибавляют время на изготовление запасных частей, если они не вошли в количество деталей на одно изделие. Если в программу цеха входит несколько типов изделий, то сначала составляют отдельные таблицы по специальностям и разрядам рабочих на одну машину каждого типа, а потом общую таблицу на все количество машин по программе.

После этого окончательное время, необходимое для выполнения годовой программы, делят на действительный фонд времени одного рабочего и коэффициент многостаночности (число станков, на которых может одновременно работать один рабочий) по формуле (186). В результате получается расчетное количество рабочих по каждой специальности и разряду, которое в случае дробного числа округляют до целого. При этом дроби, меньшие величины 0,5, надо причислять к следующему, более высокому разряду или другой специальности («совмещение профессий»), что дает возможность достигнуть лучшего использования времени рабочих. Затем составляется сводная ведомость всех производственных рабочих цеха по форме, помещенной в приложении 5, где указывается количество рабочих каждого разряда по всем специальностям (с перечислением их), что дает возможность подсчитать общее количество рабочих каждого разряда. В этой же ведомости указываются разрядный коэффициент, количество рабочих, приведенное к первому разряду, средний разрядный коэффициент и средний разряд по цеху. В форме отмечается также количество рабочих, занятых в первой и второй сменах.

Количество рабочих, приведенное к первому разряду, получается путем сложения произведений количества рабочих каждого разряда на соответствующий тарифный (разрядный) коэффициент. Так, например, при 30 рабочих 3-го, 80 рабочих 4-го, 20 рабочих 5-го и 10 рабочих 6-го разряда (всего при 140 рабочих) количество рабочих, приведенное к первому разряду*:

$$(30 \times 1,29) + (80 \times 1,48) + (20 \times 1,72) + (10 \times 2,0) = 211,5.$$

Средний разрядный коэффициент получается путем деления количества рабочих, приведенных к первому разряду, на количество рабочих разрядов данной специальности. В указанном выше примере

$$211,5 : 140 = 1,51.$$

Пользуясь сводной ведомостью, можно установить *средний разряд производственного рабочего* для всего цеха, который определится как средневзвешенная величина для всех разрядов всех рабочих. Для этого надо сложить произведения количества рабочих на соответствующий разряд и эту сумму разделить на общее число рабочих. Для рассматриваемого примера средний разряд составит

$$[(30 \times 3) + (80 \times 4) + (20 \times 5) + (10 \times 6)] : 140 = 4,07.$$

Средний разряд квалификации производственных рабочих механического цеха зависит от вида производства. Можно считать, что при шестипра-

* Тарифные (разрядные) коэффициенты могут быть и другие.

рядной тарифной сетке для единичного и мелкосерийного производства ♦ средний разряд цеха составляет примерно 3,6—4,0; для крупносерийного 2,75—3,0, для массового — 2,25—2,75. Наиболее высокий разряд квалификации требуется для автоматизированного производства — для автоматических линий, цехов и заводов.

Количество производственных рабочих-слесарей в механическом цехе принимается при укрупненных расчетах в процентном отношении от числа станочников. Например, для единичного и мелкосерийного производства принимают 3—5%, для крупносерийного и массового — 1—3%.

Для выполнения вспомогательных работ в цехе в состав рабочего персонала включаются *вспомогательные рабочие*. К ним относятся наладчики станков, бригадиры (освобожденные от работы на станках), раздатчики инструмента, кладовщики, шорники, смазчики, заточники (рабочие по заточке инструмента), браковщики (контролеры), крановщики, слесари, станочники по ремонту, электромонтеры, транспортные и другие подсобные рабочие.

Количество рабочих каждой специальности определяется на основании расчета и практических данных в зависимости от характера и объема выполняемых работ: наладчики, смазчики, шорники, электромонтеры, раздатчики инструмента — по числу обслуживаемых станков, крановщики — по числу действующих кранов, браковщики — по данным технологического процесса контроля, заточники — по количеству заточных станков с учетом их коэффициента загрузки (см. ниже) и т. д. При этом необходимо иметь в виду возможность совмещения работ разных профессий.

Часто подробного расчета количества вспомогательных рабочих не проводят, а принимают это количество в процентном отношении от количества производственных рабочих на основании практических данных. Общее количество вспомогательных рабочих целесообразно разбить на две группы: обслуживающих оборудование и не обслуживающих его; первые составляют примерно 60%, вторые — 40% от общего количества вспомогательных рабочих.

В серийном производстве общее количество вспомогательных рабочих в цехе составляет 18—25% от количества производственных рабочих, в массовом производстве — 35—50%.

Младший обслуживающий персонал цеха: уборщики цеховых и бытовых помещений, курьеры, телефонисты — составляют 2—3% от общего количества рабочих.

Ведомость состава вспомогательных рабочих с разбивкой по разрядам и указанием разрядных коэффициентов составляется аналогично соответствующей ведомости производственных рабочих (см. приложение 5).

Служащие цеха делятся на две категории: инженерно-технические работники и счетно-конторский персонал. Общее их количество составляет 15—18% от общего количества рабочих, причем инженерно-технические работники составляют 11—13%, а остальное количество — счетно-конторский персонал.

Общее количество потребных рабочих-производственников, вспомогательных рабочих, младшего обслуживающего персонала и служащих (называемое общим количеством работающих) вписывается в сводную ведомость с указанием процентного отношения этих категорий к числу производственных рабочих и к общему количеству работающих в цехе. Образец такой ведомости представлен в приложении 6.

§ 8. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ В ЦЕХЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛОЩАДИ ЦЕХА

Планировка. Как уже известно, состав производственных отделений и участков механических цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

В поточно-массовом производстве, например в автотракторном, цех, который имеет название по выпускаемому им агрегату, разбивается на производственные участки по признаку или наименованию узла. Так, цех двигателей (цех «Мотор») имеет участки: «Блок цилиндров», «Коленчатые и кулачковые валы», «Шатуны» ит. д. Участок разбивается на станочные линии по наименованию деталей, например участок «Блок цилиндров» имеет линии: «Блок», «Направляющие втулки клапана», «Крышки коренных подшипников» и т. д.

В серийном производстве механический цех разбивается на участки (или пролеты) по размерам деталей [участок (пролет) крупных деталей, участок (пролет) средних деталей, участок (пролет) мелких деталей] или по характеру и типу деталей [участок (пролет) валов, участок (пролет) зубчатых колес, участок (пролет) корпусных деталей и т. д.].

Пролетом называется часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн.

Взаимное расположение участков и линий определяется исходя из общей компоновки цеха и характера технологического процесса.

Металлорежущие станки участков или линий механического цеха располагают в цехе одним из двух способов: 1) по типам оборудования, 2) в порядке технологических операций.

По типам оборудования — способу, характерному для единичного и мелкосерийного производства и для отдельных деталей в серийном производстве, станки располагаются по признаку однородности, т. е. создаются участки однородных станков: токарных, строгальных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных и др. Последовательность расположения подобных участков однородных станков на площади цеха определяется последовательностью обработки большинства типовых деталей. Так, по ходу технологического процесса деталей, имеющих форму тел вращения (шкивы, муфты, фланцы, диски, зубчатые колеса, втулки, валики, поршни и т. п.), в начале участка (пролета) размещают токарные станки.

Затем надо расположить участок фрезерных станков, в пределах которого можно обособленно разместить универсально-фрезерные, горизонтально-фрезерные и вертикально-фрезерные, а также зуборезные станки. Рядом с фрезерными станками располагают поперечно-строгальные, потом радиально- и вертикально-сверлильные станки. Участок шлифовальных станков, предназначенных для отделочных операций, обычно находится в конечной части цеха.

Для крупных валов и других больших деталей, требующих токарной обработки, выделяется группа крупных токарных станков. Здесь же могут быть размещены лобовые и карусельные станки для обточки деталей больших диаметров, как, например, маховых колес, шкивов и т. д. Смежно можно расположить долбежные станки для изготовления в деталях шпоночных канавок.

При обработке плоскостных деталей (плит, рам, станин и т. д.) в начале участка (пролета) по ходу технологического процесса могут быть установлены разметочные плиты, затем продольно-строгальные и продольно-фрезерные, далее — расточные, сверлильные (преимущественно радиальные) и в конце — плоскошлифовальные станки.

При размещении станков необходимо стремиться не только к достижению прямооточности производства, но также и к наилучшему использованию подкрановых площадей. Для этого все станки целесообразно распределять на несколько групп в зависимости от веса подлежащих обработке деталей и размещать эти группы станков под мостовыми кранами соответствующей грузоподъемности. Станки для обработки небольших и легких деталей располагают на площадях, не обслуживаемых кранами.

По порядку технологических операций — способу, характерному для цехов серийного и массового производства, станки располагают последовательно в соответствии с технологическими операциями для обработки одноименных или нескольких разноименных деталей, имеющих схожий

порядок операций обработки. В крупносерийном и массовом производстве подобная группа (линия) станков выполняет обработку одной какой-либо детали (например, поршневая группа, шатунная группа и т. п.). В мелко- и среднесерийном производстве каждая группа (линия) станков выполняет обработку нескольких деталей, имеющих аналогичный порядок операций, так как загрузить полностью все станки линии одной деталью не всегда возможно.

При размещении станков в линии необходимо предусматривать кратчайшие пути движения каждой детали в процессе обработки и не допускать обратных, кольцевых или петлеобразных движений, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортирование обрабатываемых деталей.

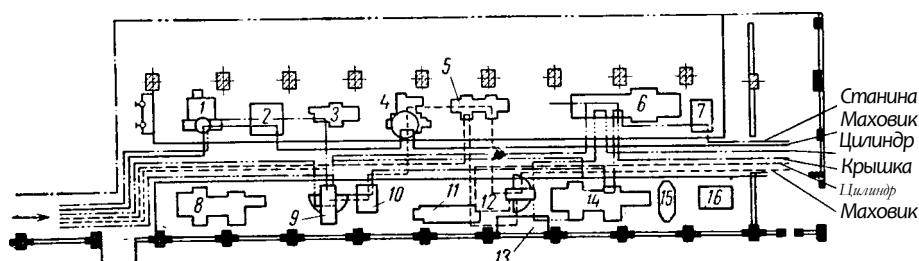


Рис. 39. Пример схемы движения деталей в механическом цехе:

1 — шпоночно-долбежный станок; 2 — планта для контроля; 3 — токарно-лобовой станок; 4 — карусельный станок; 5 — расточный станок; 6 — продольно-строгальный станок; 7 — планта для контроля; 8 — расточный станок; 9 — радиально-сверлильный станок; 10 — планта для контроля; 11 — токарный станок; 12 — радиально-сверлильный станок; 13 — испытательный пункт; 14 — расточный станок; 15 — токарный станок; 16 — планта для контроля

Зигзагообразное движение деталей в пределах данного пролета из одного ряда станков в другой, расположенный параллельно первому, вполне допустимо, так как кран или тележка, двигаясь в одном направлении, имеет возможность доставлять детали к станкам одного и другого ряда этого же пролета без всяких затруднений и обратных ходов.

Последовательный переход детали со станка на станок образует *технологическую линию движения деталей*. Это движение деталей можно показать на плане расположения оборудования (рис. 39).

Каждая линия (группа) станков располагается в отдельных пролетах (или частях) цеха, образуя пролет станин, пролет валов, участок коробок передач и т. д.

Передача деталей из одного пролета в другой для выполнения какой-либо операции не всегда возможна, так как вызывает затруднения и неудобства при транспортировании, и допускается лишь в случае крайней необходимости, при наличии в соседнем пролете недогруженного станка, который подлежит совместному использованию.

При передаче детали в другой пролет должна сохраняться общая прямолинейность движения деталей. Передачу деталей из пролета в пролет можно выполнить следующими способами (рис. 40): автотележкой, электрической или ручной тележкой 1\ поворотным краном (поворотной стрелой) 2; рольгангами 3\ монорельсовыми подвесными путями 4 с тельфером (электрокошкой); мостовым краном 5 с вращающейся укосиной.

Передача деталей в другой пролет посредством электротележек допустима в том случае, когда находящийся в другом пролете станок, на который передается деталь, расположен за поперечным проходом цеха (см. рис. 40). В этом случае при заходе детали в другой пролет сохраняется общее прямолинейное движение грузов. Если такой поперечный проход по планировке цеха не предусмотрен, его следует сделать специально для проезда электротележек и другого вида транспорта.

Поворотные краны (стрелы) с ручными или электрическими таями устанавливаются на колоннах, разделяющих пролеты, или на специально

предназначенных для них колоннах. Чтобы обеспечить передачу детали со станка, находящегося в одном пролете, на станок, расположенный в другом пролете, вылет крана должен допускать возможность обслуживания обоих станков.

При передаче деталей с одного станка на другой, расположенный в соседнем пролете, посредством рольгангов последние устанавливаются между этими станками в поперечном направлении пролетов.

Для передачи детали посредством тельфера на станок, находящийся в другом пролете, между станками устраиваются монорельсовые подвесные пути, обслуживаемые тельферами.

Передача деталей посредством специального мостового крана с вращающейся укосиной осуществляется в промежутках между колоннами; вращающаяся укосина поднимает деталь в одном пролете и, поворачиваясь, заносит ее в другой, соседний пролет.

Последовательное расположение станков на плане производится по номерам операций для каждой детали. Для этого пользуются таблицами загрузки, где в графе каждого станка указывается загрузка его при обработке данной детали (в минутах или часах) с отметкой порядкового номера операции, для выполнения которой требуется указанное время.

Когда на одной линии станков обрабатывают несколько разных деталей, то сразу нанести на план окончательное положение станка затруднительно, так как нужно выбрать наиболее благоприятное его положение для всех деталей, обрабатываемых на нем. Поэтому предварительно раскладывают на плане карточки, вырезанные из картона или миллиметровой бумаги, или темплеты, изображающие в плане контуры (габариты) станков в соответствующем масштабе. Причем на плане цеха намечают такое положение станков, какое соответствует кратчайшему пути движения всех деталей, обрабатываемых на данной линии станков.

При вычерчивании габаритов станка принимают его контур по крайним выступающим частям, причем в габарит входят крайние положения движущихся частей. Для револьверных станков и автоматов, обрабатывающих детали из прутка, в габарит станка входит также наибольшая длина выступающей части прутка, что дает более правильное представление о фактически требующейся площади, с приданием в то же время простой формы контуру изображения станка. Каждому типу станка дается условное графическое изображение. Для примера на рис. 41 даны габариты некоторых наиболее распространенных станков в масштабе 1 : 100 (габариты агрегатных станков поз. 40—47 изображены без соблюдения этого масштаба). Характеристики этих станков приведены в табл. 14.

Вычерченные на миллиметровой бумаге точно в масштабе 1 : 100 (или 1 : 200) контуры станков легко перенести путем копирования на план цеха, выполненный на чертежной бумаге или кальке в том же масштабе, т. е. в масштабе 1 : 100 (или 1 : 200).

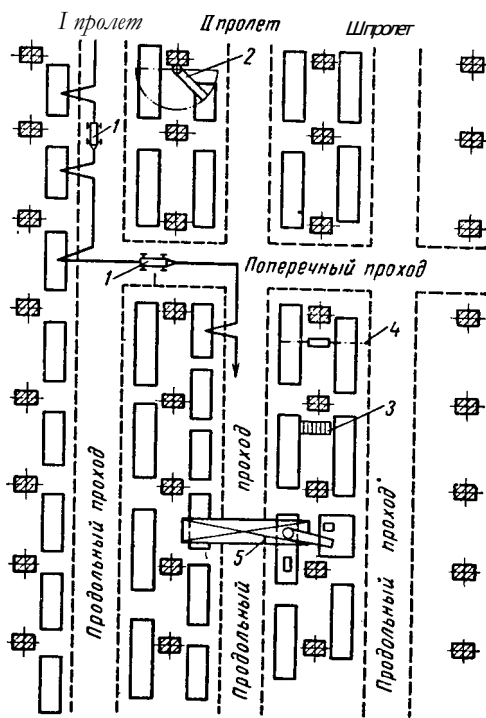
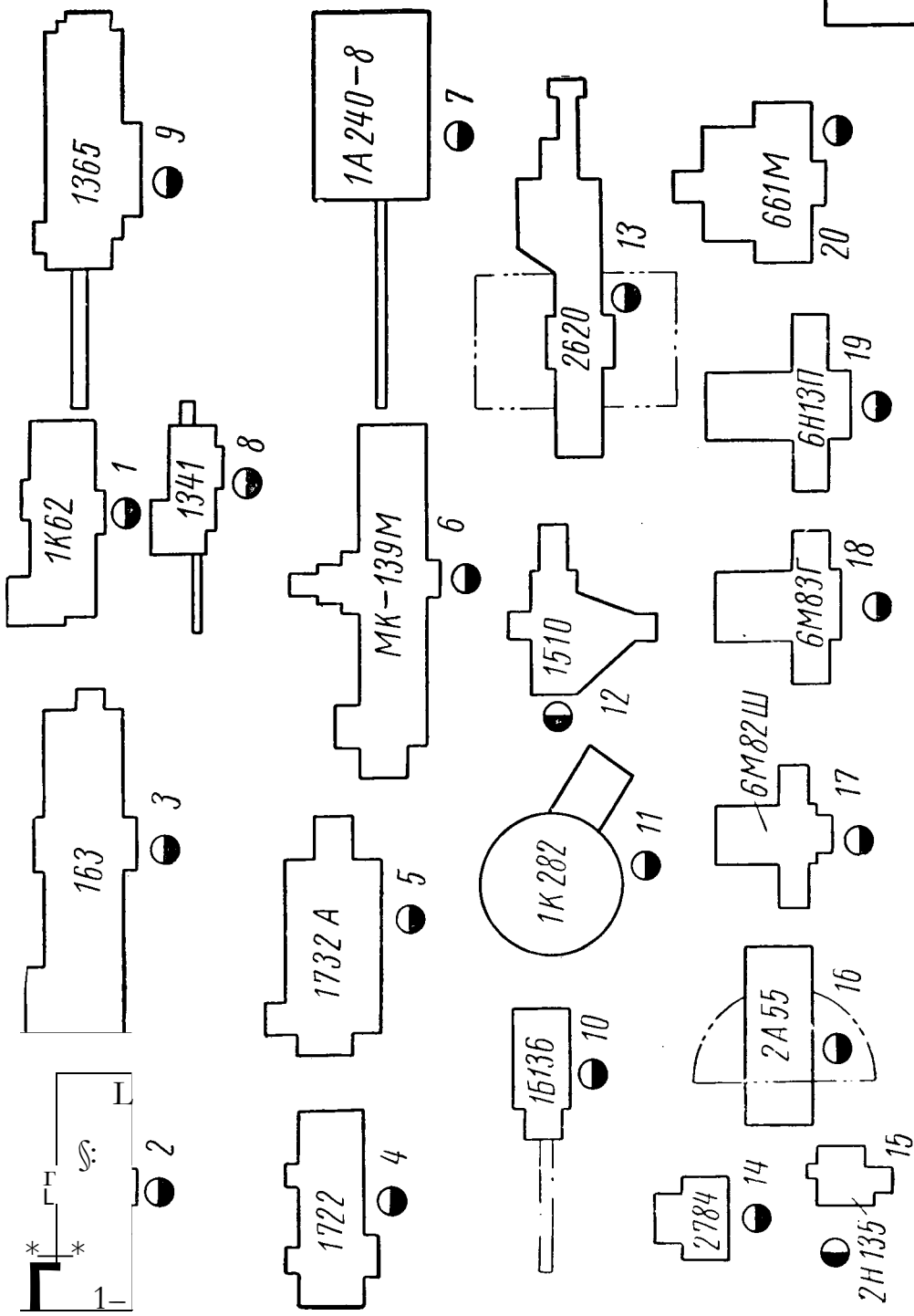


Рис. 40. Схема передачи деталей из одного пролета в другой



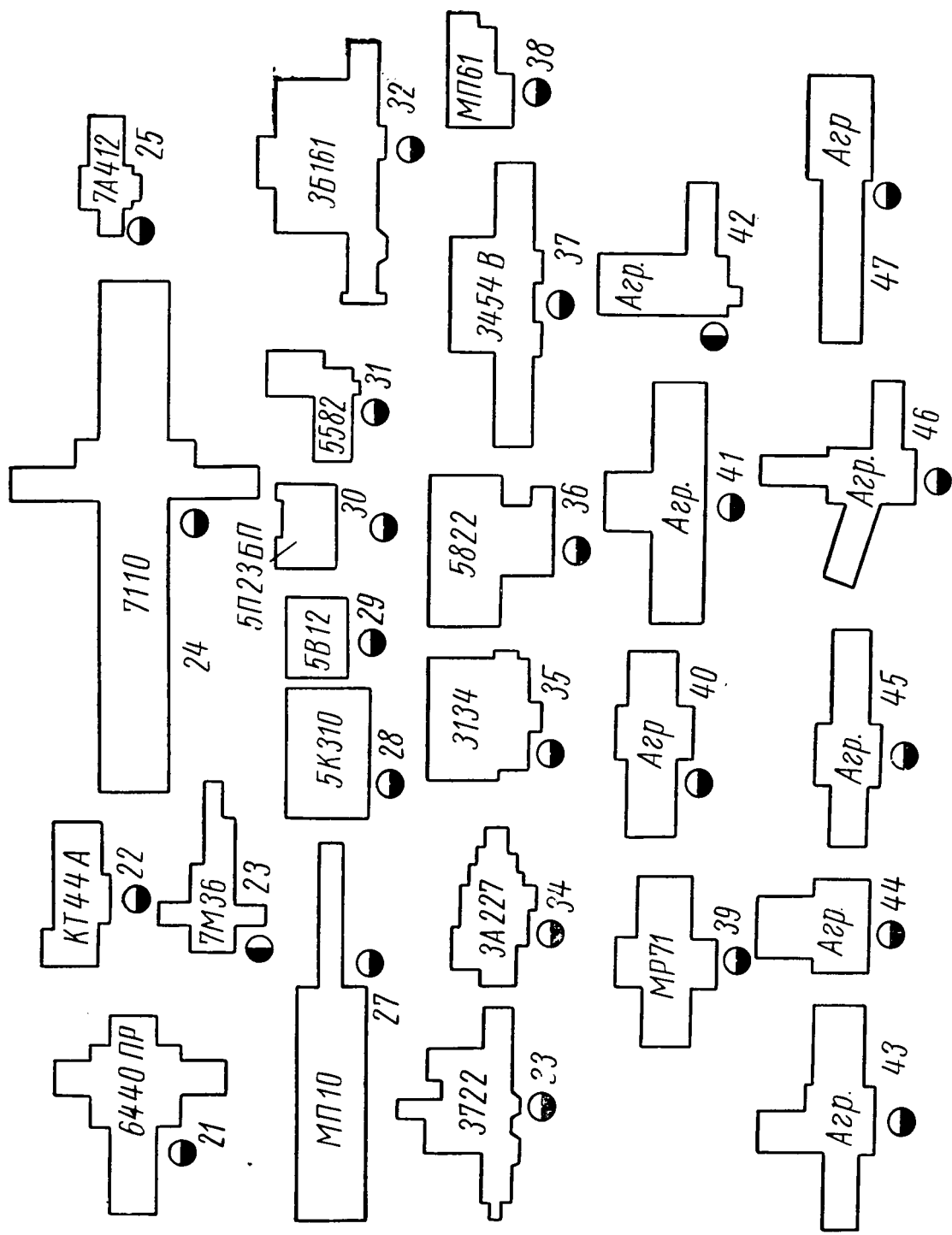


Рис. 41. Условные графические изображения металлообрабатывающих станков и расположение рабочих мест (в контурах указаны обозначения моделей станков!)

Характеристика металлорежущих станков (к рис. 41)

Станки	Модель станка	Основные размеры. <i>мм</i>	Габаритные размеры станка: длина X ширина X высота	Вес, кг	Цена, руб.*
Токарно-винторезный (1)**	1K62	Наибольший диаметр обработки детали X расстояние между центрами 220х1400	3212х1181X1324	2401	1500
Токарный с программным управлением (2)	1K62M	150X150	3413х1266х1895	2950	8000
Токарно-винторезный (3)	163	340х2800	4950х1540х1275	5000	3200
Токарно-гидрокопировальный полуавтомат (4)	1722	200х828	2930х1345х2100	5500	4500
Токарно-гидрокопировальный полуавтомат (5)	1732A	315х1300	3500X1680X2100	8000	8910
Токарный многорезцовый полуавтомат с двусторонним приводом для шатунных и коренных шеек коленчатого вала (6)	МК-139М будет заменен моделью 1858	Наибольший диаметр обрабатываемой детали 0 425	5080 х 2260х1515	13 600	13 140
Токарный восьмипшпindleльный горизонтальный прутковый автомат (7)	1A240-8	Наибольший диаметр прутка 0 32	5880х1790х1910	9000	15 800
Токарно-револьверный с горизонтальной осью револьверной головки, прутковый (8)	1341	Наибольший диаметр прутка 0 40	3000х1160х1600	~~2200~~	2520
Токарно-револьверный с вертикальной осью револьверной головки, прутковый (9)	1365	Наибольший диаметр прутка 0 80	5746х1530х1600	4250	3650
Токарно-револьверный одношпindleльный прутковый автомат (Ю)	1Б136	Наибольший диаметр прутка 0 36/42	1870х 790х1530	1750	2500
Токарный восьмипшпindleльный вертикальный полуавтомат последовательного действия (11)	1K282	Наибольший диаметр обрабатываемой детали 0 200	3094 х 2888 х 3694	18 000	13 040
Токарно-карусельный, односточный(12)	1510	Наибольший диаметр обрабатываемой детали 0 1000	2510X2310X3120	9000	7000
Горизонтально-расточный с неподвижной передней стойкой, поворотным столом и планшайбой (13)	2620	Диаметр выдвигного шпинделя 0 90	5470х2985х3010	10 870	15 000
Алмазно-расточный (14)	278Н	Рабочая поверхность стола(длинаXширина) 1200х500	1200х1170 х 2000	1850	1160
Вертикально-сверлильный одношпindleльный (15)	2A135 заменяется станком 2Н135	Наибольший диаметр сверления 0 35	ДлинахширинаXвысота 810X X 1240X2500		

• Цена станков указана ориентировочная, по данным 1961 г.
 »* В скобках указаны номера станков по рис. 41.

Продолжение табл. 14

Станки	Модель станка	Основные размеры, мм	Габаритные размеры станка: длина ширина высота	Вес, кг	Цена, руб.*
Ш и рокоуни версальный фрезерный (17)	6M82Ш	Размеры стола (ширина Xдлина) 1250X 320	2100X1760X1880	3150	2550
Г горизонтально-фрезерный (18)	6M83Г	Размеры стола (ширинаXдлина) 400X1600	2565 X 2135X1770	3650	2300
Вертикально-фрезерный (19)	6M13П	Размеры стола (ширинаXдлина) 400x 1600	2565X2135X2235	4150	2480
Продольно-фрезерный двухшпиндельный (20)	661 М	Размеры стола (ширинаXдлина) 320X1250	2300 X 2425X1730	4650	47 11)
Копировально- фрезерный с программным управлением (21)	6440 ПР	Размеры стола (длинаXширина) 1000 X 500	2600X2750X2480	5500	20 000
Резьбофрезерный полуавтомат (22)	КТ44А	Наибольший диаметр Xдлина резьбы 160x140	2231X1184X1286	2600	4720
Поперечно-строгальный (23)	7М36	Наименьший и наибольший ходы ползуна 150 и 700	2785X1750X1780	3200	2200
Продольно-строгальный двухстоечный (24)	7210	Наибольший размер обрабатываемой детали (ширинах высота) 1000x 900	7950X4180X3410	27 500	15 000
Долбежный (25)	7А412	Наименьший и наибольший ходы долбяка 10 и 100	1950X980X1825	1050	1600
Вертикально- протяжный для наружного протягивания (26)	753	Тяговое усилие 10 000 кг	2840X1600X3150	5570	6000
Горизонтально-протяжный (27)	МП10	Тяговое усилие 20 000 кг	5880X1940X1240	7500	9770
Зубофрезерный универсальный, работающий червячной фрезой (28)	5К310	Наибольший наружный диаметр нарезаемого колеса 200 мм, наибольший модуль 3	2070x1320x1790	3500	8000
Зубодолбежный, универсальный (29)	5В12	Наименьший и наибольший диаметры обрабатываемых колес 12 и 208, наименьший и наибольший модуль 1 и 4	1330X940X1820	1850	2580
Зубострогальный полуавтомат повышенной точности для конических прямозубых колес (30)	5П23БП	Наибольший диаметр начальной окружности до 125, наибольший модуль 2,5	1295 X 945X1700	1800	7200
Зубозакругляющий (31)	5582	Наименьший и наибольший диаметры обрабатываемых колес 50 и 500	1820X1500X1800	3600	2200
Круглошлифовальный (32)	ЗБ161	Наибольший диаметр и длина детали 280x1000	4000X2100X1500	4500	3680

Станки	Модель станка	Основные размеры, мм	Габаритные размеры станка: длинаXширинаX высота	Вес, кг	Цена, руб.*
Радиально-сверляльный (16)	2Н55	0 50	2605x1000x3315	4100	3900
Плоскошлифовальный с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем (33)	3722	Наибольшая длинаXширинаX высота детали 1000 X 360 X 400	3410x2020x2290	7300	9080
Внутренний шлифовальный (34)	3А227	Наименьший и наибольший диаметры шлифуемого отверстия 0 20 и 100	2500X1470X1650	2800	4000
Бесцентрово-шлифовальный для наружного шлифования (35)	3184	Наименьший и наибольший диаметры шлифования 0 3 и 75	2030X1900X1600	4300	5700
Резьбошлифовальный, универсальный (36)	5822	Наибольший диаметр и длина шлифуемых резьб 0 150 и 400	2385 x2025x1480	3900	8400
Шлицешлифовальный (37)	3451В	Наименьший и наибольший наружный диаметры шлицевых валов 0 25 и 125	44 150X1513X1900	6200	9900
Дисковая пила быстросходная (38)	МП161	Наименьший и наибольший диаметры разрезаемого материала 0 3 и 45	1700X1140X1420	960	2964
Фрезерно-центральный полуавтомат (39)	МР-71	Наименьшая и наибольшая длина детали 200 и 500	2640X1450X1720	5300	6400
Двусторонний 44-шпиндельный сверляльный (40)	—	—			
Трехсторонний 65-шпиндельный сверляльный (41)	—	—			
Двусторонний 11-шпиндельный сверляльный (42)	—	—			
Трехсторонний 11-шпиндельный, сверляльный (43)	—	—			
Четырехшпиндельный вертикально-расточный (44)	—	—			
Двусторонний 9-шпиндельный резбонарезной (45)	—	—			
Трехсторонний 41-шпиндельный сверляльно-расточный (46)	—	—			
Трехшпиндельный горизонтально-расточный (47)	—	—			

Если же масштабы контуров станков и плана цеха будут различны, то при изображении станков на плане придется производить графическое построение каждого станка по его габаритным размерам, на что потребуется значительная затрата времени и труда технолога-планировщика. Единый масштаб изображений станков, транспортных и других устройств и плана цеха дает правильное и наглядное представление о соотношениях размеров всех объектов цеха, занимаемых ими площадях, разрывах между ними, проходах и проездах.

Если же станки одного и того же вида, но по своим размерам отличаются от станков, приведенных на рис. 41, то, придавая им такое же условное графическое изображение, надо габариты их принять в соответствии с размерами станков по их технической характеристике.

Вместо карточек-контуров станков лучше пользоваться темплетами или макетами станков, выполненных в масштабе 1 : 100. Такие макеты дают объемное представление о станках и основных размерах их габаритов (длине, ширине, высоте), что весьма важно для разработки плана расположения оборудования и определения высоты здания цеха. Но модельный способ разработки плана расположения оборудования дороже других.

Т е м п л е т ы — плоскостные двухразмерные габариты оборудования, изготовленные путем фотографирования чертежей, выполненных на кальке тушью: фотографирование форматок ведется на фоторефлекторную бумагу (негатив), а печатание — на фотопленку (прозрачную).

Темплетный метод разработки планов расположения оборудования более простой и дешевый, чем модельно-макетный.

При планировке оборудования всегда нужно стремиться получить возможно короткую технологическую линию, чтобы детали не совершали длинный путь. В серийном производстве машин средних размеров при обработке на каждой линии станков нескольких деталей нормальная длина технологической линии составляет 40—60 м.

После того как найдено наиболее удачное положение всех станков данной линии, удовлетворяющее порядку технологических операций всех деталей, на план наносят технологические линии движения этих деталей, которые и дают наглядное изображение правильного расположения станков. Неправильное, т. е. не соответствующее порядку технологических операций, размещение какого-либо станка сейчас же обнаружится при рассмотрении графика. Когда убедятся в правильности положения всех станков, вычерчивают их габариты на плане в масштабе 1 : 100, а для очень крупных цехов — в масштабе 1 : 200.

Особенно важное значение для повышения производительности труда имеет рациональная планировка и организация рабочего места, при которой устраняются потери времени на лишнее хождение, лишние движения, неудобное положение работающего, неудобное расположение материала, заготовки, инструмента и т. д.

Надо иметь в виду, что чем рациональнее устроено рабочее место, тем меньше непроизводительные потери времени при работе. Правильная планировка рабочего места, надлежащая подготовка и своевременное обслуживание его являются главнейшими факторами повышения производительности труда.

При обработке детали партиями, а также при обработке деталей больших размеров необходимо предусматривать места для расположения этих деталей у станков.

Минимальные расстояния между металлообрабатывающими станками и элементами конструкции здания

Расстояния в мм	Для мелких станков габаритом до 1800X X800 мм	Для средних станков габаритом до 4000X 2000 мм	Для крупных станков габаритом до 8000X4000 мм	Для особо крупных станков габаритом до 15 000X6000 мм
Между станками вдоль линии их расположения (по фронту)—«а» (рис. 42)	700	900	1500	2000
Между задними (тыльными) сторонами—«б» (рис. 43)	700	800	1200	1500
Между задней (тыльной) стороной станка и стеной (или выступающих конструкций здания) при установке станков вдоль стены и расположении рабочего вне промежутка между стеной и станком «в» (рис. 44)	700	800	900	1000
Между боковой стороной станка до стены (или выступающих конструкций здания) — «г» (рис. 45)	700	800	900	1000
Между передней (фронтальной) стороной станка и стеной (или выступающих конструкций здания) при установке станков вдоль стены и расположении рабочего между станком и стеной—«д» (рис. 46)	1300	1500	2000	
Между задней (тыльной) стороной станка и колонной «е» (рис. 47)	700	800	900	1000
Между боковой стороной станка и колонной «ж*» (рис. 47)	7 0 0	8 0 0	9 0 0	1000
Между передней (фронтальной) стороной станка и колонной «з» (рис. 47).....	1300	1500	2000	
Между многошпиндельными токарными автоматами для прутковой работы, размещенными в затылок, при поперечном расположении к проезду — «и» (рис. 48)	1300	1500	2000	
Между одношпиндельными токарными автоматами и revolverными станками для прутковой работы, размещенными в затылок, при поперечном расположении к проезду — «ю» (рис. 48).....	1300	1500	2000	
Между прочими станками, размещенными в затылок, при поперечном расположении к проезду — «л» (рис. 49).....	1300	1500	2000	
Между станками при поперечном расположении к проезду фронтом друг к другу:				
при обслуживании каждого станка одним рабочим — «м» (рис. 50)	2000	2500	3000	
при обслуживании одним рабочим двух станков — «н» (рис. 50) . .	1300	1500	« —	

Кроме этого, необходимо предусмотреть места у станков для рабочего столика, лучше всего передвижного, на котором раскладывают необходимые для работы инструменты, чертежи и инструкционные карты; все это должно быть размещено в порядке и находиться под рукой во избежание излишней потери времени. Весь инструмент должен быть распределен на группы и для каждой группы должно быть отведено особое место.

Для хранения сменных зубчатых колес станка следует пользоваться пирамидами, на которых колеса располагаются таким способом, чтобы диаметры их уменьшались вверх.

При разработке плана расположения станков следует координировать их положение относительно колонн; этим достигается возможность точного определения места каждого станка независимо от положения соседних станков. Колоннам в каждом пролете присваивается номер. Расстояния от определенной колонны в двух направлениях фиксируют месторасположение станка в цехе.

Такой способ координирования положения каждого станка создает значительные удобства при монтаже нового цеха, когда оборудование поступает в разные сроки и каждый станок устанавливается на свое место независимо от прибытия других, соседних. Этот способ фиксирования места станка удобен и при эксплуатации цеха.

При изображении колонн на плане необходимо указывать пунктирными линиями их основания.

При расстановке станков надо руководствоваться нормальными размерами промежутков (разрывов) между станками в продольном и поперечном направлениях и размерами расстояний от стен и колонн. Эти размеры должны гарантировать удобство выполнения работ на станках, безопасность рабочих, достаточную свободу движения людей и транспортных средств с грузом, возможность выполнения ремонта.

Разрывы между станками, а также между станками и смежными элементами зданий (колоннами, стенами и др.) регламентируются правилами охраны труда и существующими нормативами, которые учитывают и удобства эксплуатации станков.

Кроме того, соблюдение нормативных расстояний станков от колонн необходимо, чтобы избежать расположения станков на основаниях колонн, имеющих большие габаритные размеры, чем колонны, а также чтобы иметь возможность подавать детали на станки краном, крюк которого не может доходить до колонн ближе определенного расстояния (см. гл. XVIII).

При планировке станочного оборудования следует соблюдать приведенные в табл. 15 минимальные расстояния между оборудованием и элементами зданий, имея в виду, что:

а) к мелким отнесены станки, имеющие габаритные размеры до 1800X800 мм, к средним — станки с габаритами до 4000 X2000 мм, к крупным — станки с габаритами до 8000X X 4000 мм и к особо крупным — с габаритами до 15000X6000 мм;

б) станки при габарите более 15 000X6000 мм относятся к особо тяжелым и уникальным станкам, для ко-

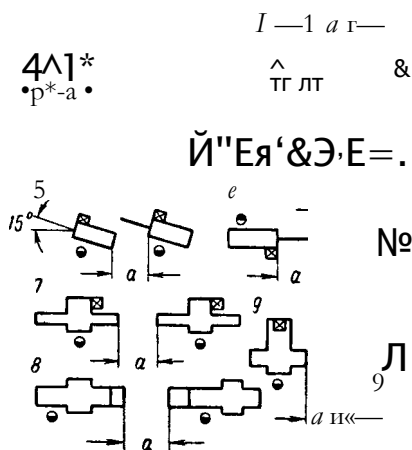


Рис. 42. Расстояние a между станками вдоль линии их расположения (по фронту) — для различных типов станков:

1 — для токарных; 2 — для фрезерных; 3 — для поперечно-строгальных; 4 — для автоматов и револьверных при патронной работе; 5 — для автоматов и револьверных при прутковой работе и расположении под углом; 6 — для автоматов и револьверных при шахматном расположении; 7 — для круглошлифовальных; 8 — для продольно-строгальных, продольно-фрезерных, расточных и протяжных; 9 — для плоскошлифовальных продольного типа

торых нормы разрывов устанавливаются применительно к конкретным случаям;

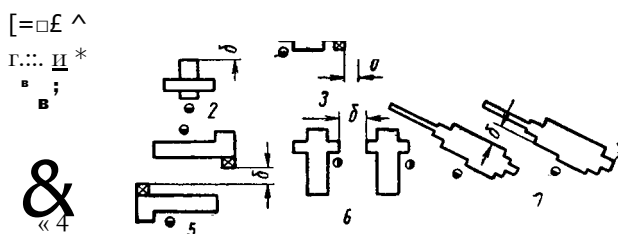


Рис. 43. Расстояние b между станками при установке их один к другому задними (тыльными) сторонами для различных типов станков:

1 — для токарных; 2 — для универсально-фрезерных и зуборезных; 3 — для поперечно-строгальных; 4 — для шлифовальных; 5 — для револьверных и автоматов при патронной работе; 6 — для продольно-строгальных, продольно-фрезерных, расточных, плоскошлифовальных продольного типа; 7 — для револьверных и автоматов при прутковой работе

в) минимальные размеры расстояний указаны от крайних положений движущихся частей станков, а также от постоянных ограждений;

г) указанные расстояния между станками не учитывают площадки для хранения деталей у станков, а также устройства для транспортирования деталей между станками, которые принимаются дополнительно в зависимости от условий планировки и характера производства;

д) при разных размерах рядом стоящих станков расстояние между ними по фронту принимается наибольшее из рекомендуемых для этих станков;

е) при пользовании краном расстояния до станков от стен и колонн устанавливаются с учетом нормального положения крюка над обслуживаемым станком;

ж) при установке станка на индивидуальный фундамент расстояние станков от колонн и стен устанавливается с учетом конфигурации фундаментов колонн, стен и станков;

з) в отдельных случаях в зависимости от условий планировки, монтажа или демонтажа станков расстояния между станками могут быть увеличены при соответствующем обосновании;

и) место рабочего у станка во время работы обозначается на плане кружком (0500 мм в соответствующем масштабе), половина которого заштриховывается или заливается тушью; при этом светлая часть кружка, означающая лицо рабочего, должна быть обращена к станку. Ширина рабочей зоны перед станком 800 мм (см. рис. 42).

Размеры главных продольных проездов и проходов между станками, предназначенных для транспортирования материалов, изделий и движения людей, определяются в соответствии с габаритами применяемых транспортных средств (ручные, электрические, автотележки, грузовые автомобили, тягачи, роликоты, конвейеры и др.). При этом предусматривается, что транспортируемое изделие не должно выходить за пределы габаритов транспортных средств (поперек проезда). Ширина проезда принимается по размеру, необходимому для прямого прохода транспортного средства, с учетом промежутков между ним и расположенным оборудованием.

Расстояние A между станками по ширине главного проезда (или прохода) для движения транспорта в одном и двух направлениях в зависимости от расположения станков по отношению к проезду определяется по данным табл. 16.

Указанные в табл. 16 размеры ширины проездов не учитывают площадки для хранения деталей у станков, размеры которых принимаются дополнительно в зависимости от условий планировки и характера производства.

$$\frac{1}{m} C=)$$

$$\frac{7}{3} \frac{\pi}{u'}$$

Рис. 44. Расстояние ν между задней (тыльной) стороной станка и стеной (или выступающих конструкций здания — колонны, пилястры) при установке станков вдоль стены и расположения рабочего вне промежутка между стеной и станком:

/ — стена; 2 — колонна;
3 — станок; 4 — рабочее место

Рис. 47. Расстояния между станком и колонной:

ϵ — между задней (тыльной) стороной станка и колонной; κ — между боковой стороной станка и колонной; δ — между передней (фронтальной) стороной станка и колонной

$$4\Gamma \begin{matrix} \wedge \\ \langle \Phi \rangle \\ \vee \end{matrix} \begin{matrix} \text{I} \\ \langle \text{D} \rangle \end{matrix} 4$$

$$\frac{17\Lambda=1!}{600 \blacksquare \cdots 1}$$

$$= \varepsilon a'$$

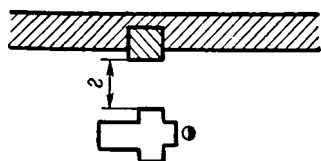


Рис. 45. Расстояние z между боковой стороной станка до стены (или выступающих конструкций здания)

Рис. 48. Расстояние между многошпиндельными μ и одношпиндельными κ токарными автоматами для прутковой работы, размещенными в затылок, при поперечном расположении к проезду

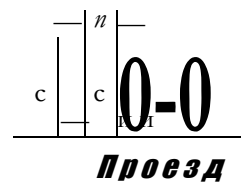


Рис. 49. Расстояние Λ между прочими станками, размещенными в затылок, при поперечном расположении к проезду

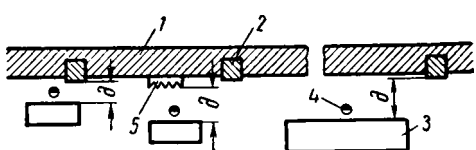


Рис. 46. Расстояние δ между, передней (фронтальной) стороной станка и стеной (или выступающих конструкций здания) при установке станков вдоль стены и расположения рабочего между станком и стеной:

/ — стена; 2 — колонна; 3 — станок; 4 — рабочее место; 5 — отопительная батарея

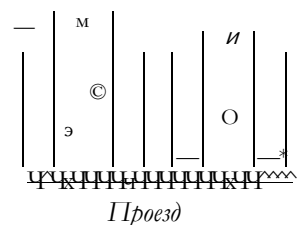


Рис. 50. Расстояние между станками при поперечном расположении к проезду:

M — при обслуживании каждого станка одним рабочим; n — при обслуживании одним рабочим двух станков

Расстояния между рядами станков А и ширина проезда (или прохода)

Расположение проезда <i>В</i>	При транспор									
	сканзами, скатами, лотками, передвижной тарой» талыми на монорельсе				кранами мостовыми, кранами и кран-балками					
	габаритные размеры деталей									
	до 800		1ГО 1500		до 800		до 1500		до 3000	
	<i>1</i>	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А
Между станками, расположенными задними (тыльными) сторонами к проезду (рис. 51, <i>а</i>)...	—	—	—	—	2500	2000	3000	2500	4000	3500
Между одним рядом станков, расположенных задней (тыльной) стороной, и вторым рядом станков, расположенных передней (фронтальной) стороной (рис. 51 б ¹)...	2500	1200	3300	2000	3300	2000	3800	2500	4800	3500
Между станками, расположенными передними (фронтальными) сторонами к проезду (рис. 51, в, г, д ¹)—	3200	1800	4000	2000	4000	2000	4500	2500	5500	3500
Между боковыми сторонами станков (рис. 51, <i>е</i>)...	—	—	■“	—	2500	2000	3000	2500	4000	3500

П р и м е ч а н и я :

1. Ширина проездов принимается по размерам, указанным в этой таблице.
2. При двойном роульганте или при двух параллельных напольных конвейерах; расстояние между
3. При двух параллельно расположенных подвесных конвейерах; расстояние между линиями под

При использовании электрических тележек большей грузоподъемности и размеров, а также транспортных средств других типов и размеров (автомобили, платформы, вагоны и т. д.) расстояние между станками по ширине главного проезда изменяется в соответствии с габаритами применяемого транспортного оборудования.

Таким образом, размеры главных проездов и проходов находятся в зависимости от размеров и веса деталей и применяемых средств транспорта: чем больше детали по весу и размерам, тем больше будет ширина главных проездов и проходов.

Расстояние между станками поточных линий с подвесными конвейерами принимается по данным рис. 51, *ж, з, и* (*О* — наибольшая ширина перемещаемой детали или узла); при варианте *з* каждая деталь обрабатывается на всех станках, при этом скорость движения конвейера соответствует такту работы линии (синхронна); при варианте *и* скорость конвейера превышает такт линии, вследствие чего на конвейере образуется избыточный задел деталей; *В* — 20+300 мм.

Б при движении разных средств транспорта в

тировании									
электрическими тележками (электрокарами)					рольгангами и напольными конвейерами шириной В мм и при расстоянии между двойными рольгангами /С* <				

ду ними К принимается в зависимости от конструкции, но не менее 100 **.
вешного конвейера или монорельса не менее суммы размеров 0+300 мм.

Второстепенные проходы образуются промежутками между станками и могут служить для прохода людей к станкам.

Станки располагаются в пролете в два, три и четыре ряда в зависимости от размеров станков и ширины пролета. Крупные станки ставятся в пролете в два ряда, средние — в два-три, мелкие — в три-четыре ряда.

При расположении станков в два ряда вдоль пролета посередине оставляется проход для транспорта (рис. 52); при трех рядах станков продольных проходов для транспорта может быть два (рис. 53) или один (рис. 54). В последнем случае продольный проход образуется между одинарным и двоянным рядами станков; для подхода к станкам двоянного ряда (в котором они стоят друг к другу задними сторонами), расположенным у колонн, между станками оставляют поперечные проходы. При расположении станков в четыре ряда вдоль пролета устраивают два прохода; у колонн станки располагаются в один ряд, а двоянный ряд — посередине (рис. 55).

Станки могут быть установлены вдоль пролета, поперек него (рис. 56) или под углом (рис. 57 и 58).

Наиболее удобное и часто встречающееся расположение большинства станков — вдоль пролета. Поперечное расположение применяется в случае, когда при этом может быть достигнуто лучшее использование площади или

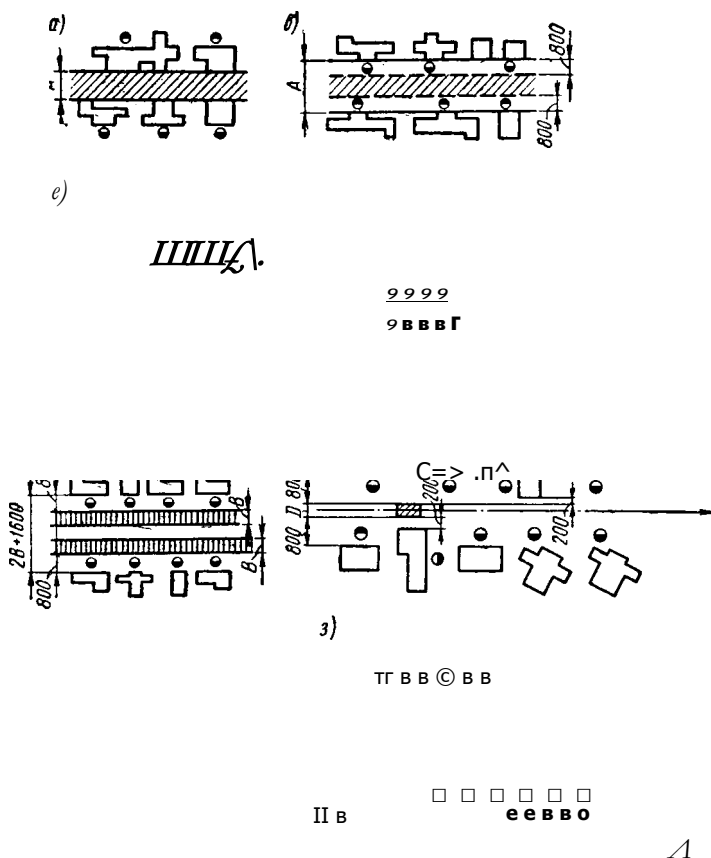


Рис. 51. Расстояния между станками по ширине главного проезда (а, б, в, г, д, е) и расстояния между станками поточных линий с подвесными конвейерами (ж, з, и)

когда при продольном расположении получаются слишком большие, не вызванные необходимостью проходы, а большее количество рядов станков не размещается. При таком расположении для подхода к станкам оставляются поперечные проходы, которые служат для доставки деталей на тележках к рабочим местам.

Расположение под углом применяется для revolverных станков и автоматов при прутковой работе, для протяжных, расточных, продольно-строгальных, продольно-фрезерных и продольно-шлифовальных станков и обеспечивает лучшее использование площадей. Revolverные станки и автоматы при прутковой работе ставятся под углом 15—20° или несколько больше в зависимости от ширины и длины отводимой под них площади; при этом они располагаются загрузочной стороной к проходу. При размещении этих станков в шахматном порядке необходимо обеспечить возможность подхода к ним с двух сторон (рис. 59).

При всех видах расположения станков рабочие места следует предусматривать со стороны прохода, что облегчает обслуживание рабочего места (обмен инструмента, подача заготовок, приемка деталей, инструктаж и пр.).

В поточных линиях станки ставятся параллельно (рис. 60, а) или перпендикулярно (рис. 60, б) рольгангу (или конвейеру); станки могут быть встроены в линию рольганга (рис. 60, в). В поточной линии может быть один ряд станков (рис. 61, а) или два ряда (рис. 61, б), когда деталь переходит с одного ряда станков на другой. Поточная линия может быть прямой с двумя параллельными потоками деталей (рис. 61, в). При обработке деталей с большим количеством операций длина поточной линии станков получается значительной; в этом случае поточной линией приходится выравнивать ее длину с поточными линиями других деталей и чтобы выход с нее готовых деталей приходился в направлении, общем для всех поточных линий (рис. 62).

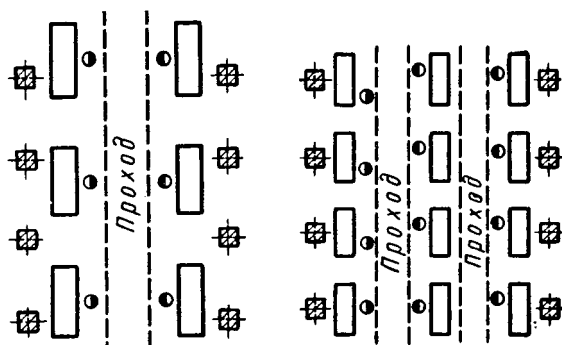


Рис. 52. Расположение станков в пролете в два ряда с одним продольным проходом

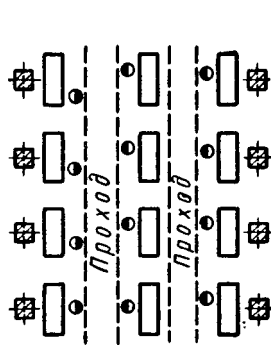


Рис. 53. Расположение станков в пролете в три ряда с двумя продольными проходами

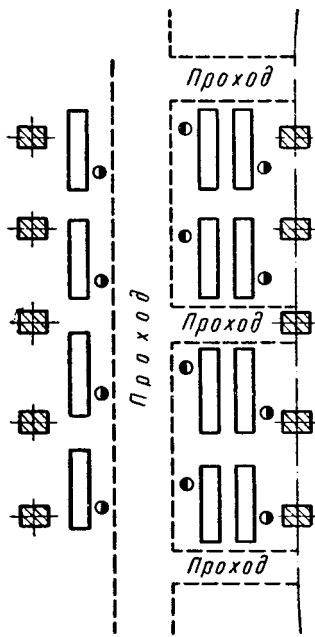


Рис. 54. Расположение станков в пролете в три ряда с одним продольным и тремя поперечными проходами

В условиях многостаночной работы размещение одновременно обслуживаемых станков должно обеспечить: а) наиболее удобное для рабочего положение органов управления всех обслуживаемых станков и б) минимальную затрату времени на переходы рабочего от одного станка к другому. Пример планировки шести станков для одновременной работы на них одного рабочего показан на рис. 63.

Если станки при многостаночной работе расположены по обеим сторонам рольгангов, следует (когда это возможно по транспортным условиям) делать разрывы в рольгангах с целью сокращения длины пути рабочего при переходе от одного станка к другому (рис. 64).

Для обеспечения наиболее короткого пути движения деталей и более удобного размещения нескольких станков для одновременной работы на них одного рабочего им иногда в поточных линиях придают различное положение — не прямоугольное и не перпендикулярное по отношению к оси пролета. Пример подобного расположения станков приведен на рис. 65.

На рис. 66 показана планировка оборудования поточной линии для обработки поршня с применением ленточного конвейера.

Схема планировки оборудования поточной линии для обработки зубчатых колес с несколькими параллельно работающими станками и с применением подвесных конвейеров и рольгангов изображена на рис. 67.

Расстояние между автоматическими линиями станков для механической обработки деталей принимается равным примерно 1—3 м между наиболее

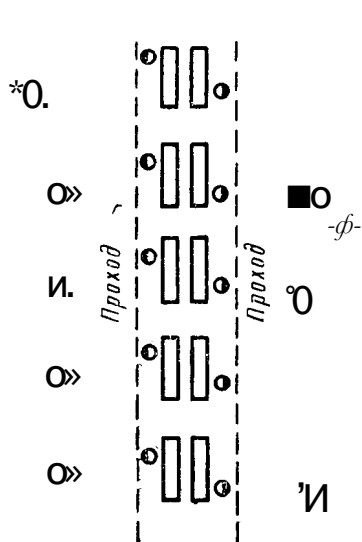


Рис. 55. Расположение станков в пролете в четыре ряда с двумя продольными проходами

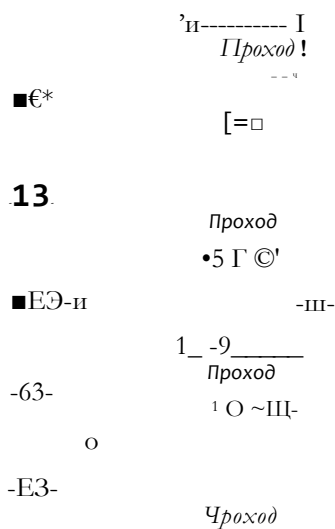


Рис. 56. Продольное и поперечное расположение станков в пролете

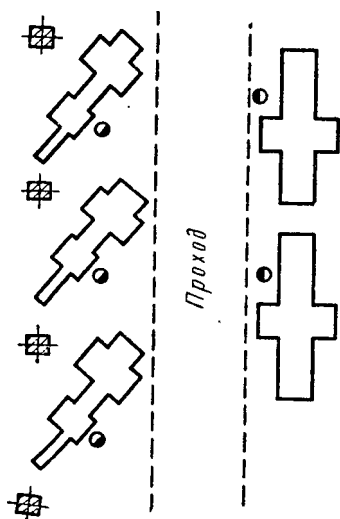


Рис. 57. Расположение расточных станков под углом и продольно-строгальных вдоль пролета

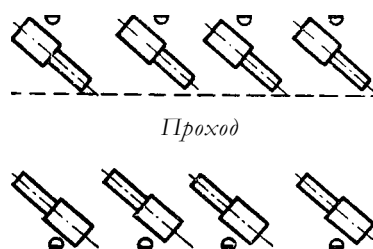


Рис. 58. Расположение токарно-револьверных станков под углом

выступающими габаритными элементами и крайними положениями движущихся частей станков, параллельно расположенных автоматических линий. Величина этого расстояния зависит от многих факторов (компоновки линии, размеров обрабатываемых деталей, условий монтажа, демонтажа, ремонта оборудования и т. д.) и поэтому она может быть различной.

Определение размера площади цеха. При детальном проектировании производственная (станочная) площадь опреде-

ляется на основании планировки путем разработки плана расположения всего оборудования, рабочих мест, конвейерных и других устройств, складочных мест заготовок, проездов и пр.

На основании планировки уточняются принятые ширина, длина и число пролетов. Ширина пролетов (т. е. расстояние между осями колонн в поперечном направлении пролета), как видно из планировки, зависит главным образом от габаритных размеров применяемого оборудования и средств транспорта. Наиболее распространены приводимые ниже *размеры ширины пролетов* для механических цехов в зависимости от рода машиностроения: 18 ж для легкого машиностроения; 18 и 24 ж для среднего машиностроения; 24, 30, 36 м для тяжелого машиностроения.

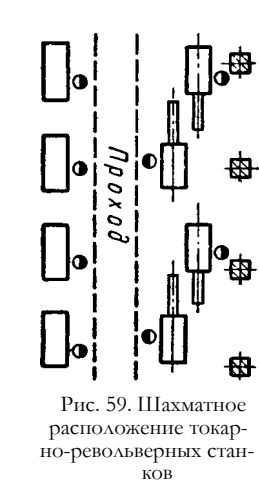
Ширина всех пролетов механических цехов принимается одинаковой. Иногда один, два или несколько пролетов делают большей ширины, чем остальные, в связи с установкой в них более крупных станков, чем в других пролетах. Однако следует иметь в виду, что применение пролетов разной ширины в одном и том же здании повышает стоимость строительства, поэтому их не следует делать без крайней необходимости и достаточного обоснования.

Расстояние между осями колонн в продольном направлении, называемое *шагом колонн*, чаще всего принимается равным 6; 9 м, иногда 12 м в зависимости от рода применяемого материала для здания, его конструкции и нагрузок.

Расстояния между осями колонн в поперечном и продольном направлениях образуют сетку колонн. В механических цехах более часто применяются сетки колонн, равные 18х6 и 24х6 м или 18х12 и 24х12; в тяжелом машиностроении применяются и более крупные сетки — 30х6 и 36х6 м, шаг колонн иногда равен 9 и 12 м, в автотракторостроении сетки колонн — 18 х 6 ж и 24 х 6 л (или 18Х 12 и 24 Х 12 м.

Длина пролета определяется (считая по его продольной оси) суммой размеров последовательно расположенных производственных и вспомогательных отделений, проходов и других участков цеха. Длина пролетов должна быть кратна размеру шага колонн и одинаковой для всех пролетов (за некоторыми исключениями).

Установив необходимую ширину пролетов, их длину и количество, определяют размер потребной площади производственных (станочных) отделений цеха.



111 и 11' нншнниТТТ

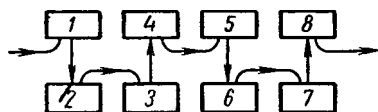
тшппти'ии'нишнинним



a)

UUnHL | HHHVwrt IW

f)



g)

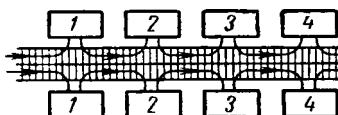


Рис. 61. Расположение станков в поточной линии (цифры обозначают порядковый номер станка)

Чем крупнее размеры обрабатываемых деталей, а значит и оборудования, тем больше будет величина этого показателя. Средняя величина удельной площади составляет для малых станков 10 — 12, средних — 15—25, крупных — 30 — 45, особо крупных и уникальных станков тяжелого машиностроения — 50—150 м² на один станок.

Высота пролетов механических цехов при наличии мостовых кранов должна быть не менее 6,15 м (от пола до головки подкранового рельса) и может быть значительно больше (например, в тяжелом машиностроении до 16 м), а при наличии только тельферов или кран-балок — не менее 6 м (в дополнение к сказанному об определении размеров здания, сетках колонн, а также о типовых зданиях см. гл.

XVIII).

Показателем, характеризующим использование производственной площади механического цеха, является *удельная площадь*, т. е. площадь, приходящаяся в среднем на один станок (вместе с проходами). Она получается путем деления общей площади, занятой станками с проходами, на число станков, расположенных на ней. По этому показателю судят об использовании производственной площади цеха.

Таблица 17

Примерная производственная и общая площадь на 1 станок (удельная) для механических цехов

Вид машиностроения	Производственная площадь на 1 станок (удельная)	Общая площадь цеха на 1 станок
Грузовые автомобили 2,5—4 т:		
цех двигателей	16—20	21—25
цех шасси и задних мостов.....	16—20	21—25
цех коробок передач	16—20	20—25
цех автоматный.....	16—20	20—25
Гусеничные тракторы:		
цехи двигателей, шасси, автоматный	15—20	
Цилиндрические и роликовые подшипники:		
цех автоматного-токарного.....	15—20	
цех втулок	12—16	
цех шлифовальный.....	15—20	
Малолитражные легковые автомобили:		
цех двигателей		16—20
цех шасси.....		16—20
цех автоматный		16—20
Быстроходные (450 л. с.) и тихоходные (600 л. с.)		
дизели	42—50	51—60
Краны грузоподъемностью 5 т.....		31—40
Краны грузоподъемностью 10—20 т.....		38—45
Краны грузоподъемностью 30—50 т		38—50
Паровые и газовые турбины мощностью до 50 000 кет: крупные детали		107—120
Паровые и газовые турбины мощностью 50 000—800 000 кет: крупные детали.....		120—150
Паровые и газовые турбины тех же мощностей:		
мелкие детали		39—45
лопатки		36—40
Прокатные станы: крупно-, средне-, мелкосортные		100—150
Редукторы для прокатных станков: цилиндрические, цилиндро-конические, червячные, глобоидальные весом до 30 т и выше.....		

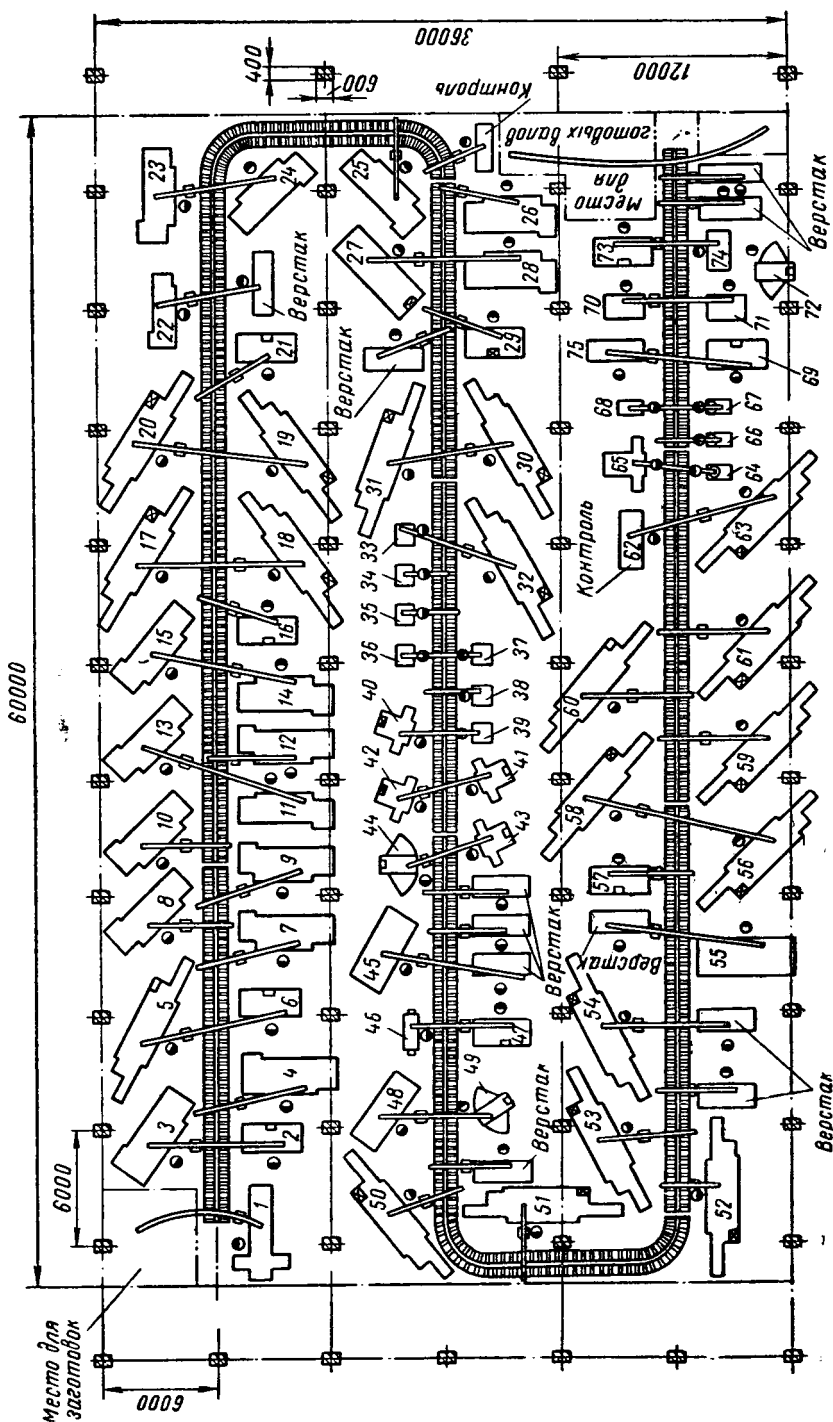


Рис. 62. Поточная линия зигзагообразной формы для обработки коленчатых валов автомобильного двигателя:

1 — фрезерно-центральный станок; 2, 6, 16, 21, 29, 47, 67, 69, 73 — гидравлические прессы; 25 м; 3, 4, 7-15, 23-28 — специальные токарные; 6, 17-19, 20, 30-32, 50-54, 56, 68-61, 63 — круглошлифовальные; 22, 33-39, 48 — агрегатные; 27, 58 — токарные полуавтоматы; 40-43, 65 — вертикально-фрезерные; 44, 49, 72 — сверлильные; 45 — закалочный агрегат; 46 — центральный двусторонний; 62 — магнитный дефектоскоп; 64, 66-68 — вертикально-сверлильные; 70 — станок для суперфиниша; 71 — балансирующий; 74 — моечная машина; 75 — шпоночно-фрезерный

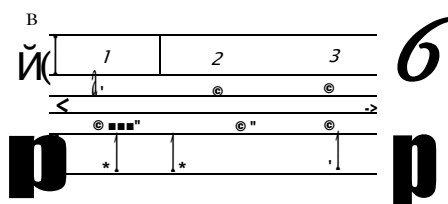


Рис. 63. Расположение шести станков для одновременной работы на них одного рабочего:
с—заготовки; б—готовые детали; 1, 2, 3 — операции

О

(=□!=□ !=□

Рис. 64. Расположение станков с двух сторон рольганга при одновременном их обслуживании



Рис. 66. Схема планировки поточной линии для обработки поршня с применением ленточного конвейера

О п е р а ц и и : 1 — расточка установочного пояса; 2 — зенкерование отверстия; 3 — обточка; 4 — фрезерование прорези; 5 — сверление десяти отверстий; 6 — предварительное шлифование; 7 — окончательное шлифование; 8 — окончательная расточка отверстий; 9 — прорезка канавок; а — тара для заготовок; б — приемный столик; в — ленточный конвейер; г — тара для готовой продукции

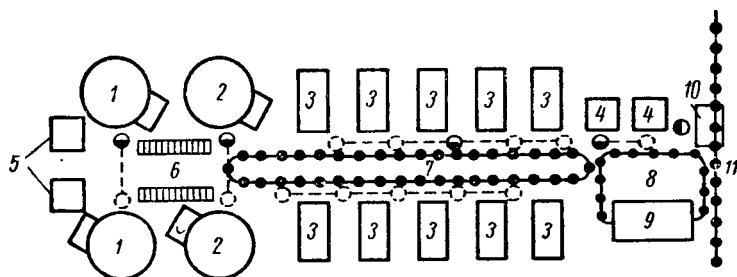


Рис. 67. Схема планировки оборудования поточной линии для обработки зубчатых колес:

/ и 2 — токарная обработка; 3 — фрезерование зубьев; 4 — зубодоводочные станки; 5 — заготовки; 6 — рольганг; 7 — конвейер; 8 — конвейер 2; 9 — моечная машина; 10 — ОТК; // — конвейере термический цех

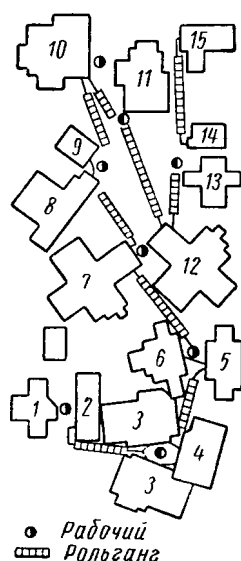


Рис. 65. Расположение станков в поточной линии, сокращающее путь движения деталей и рабочего (цифры указывают порядок расположения станков)

Очень плотное размещение станков (что характеризуется малой удельной площадью) создает неблагоприятные условия для работы (затрудняются движения рабочего, уменьшается безопасность работы, ухудшается освещенность и содержание в чистоте рабочего места и т. д.), в результате чего снижается производительность труда. Таким образом, стремление достигнуть лучшего, наиболее экономичного использования площади за счет более плотного расположения станков не приводит к желаемой цели, а дает часто обратный результат. С другой стороны чрезмерно свободно, с большими промежутками, размещение станков (что характеризуется большой удельной площадью) приводит к нерациональному, неэкономичному использованию площади (увеличиваются затраты на строительство здания, расходы по содержанию площади и т. д.). Поэтому, исходя из указанных соображений, необходимо в каждом отдельном случае, применительно к используемому оборудованию и виду обрабатываемых деталей, а также используемым транспортным средствам, тщательно проанализировать условия работы на том или другом станке и, таким образом, с достаточным обоснованием решать вопрос о расстановке станков и всего оборудования.

Удельные производственные и общие площади механических цехов разных видов машиностроения приведены в табл. 17.

При укрупненном проектировании (при разработке проектных заданий а также во всех случаях, когда не разрабатывается план расположения оборудования) размеры производственной площади механического цеха определяются для соответствующего вида машиностроения по удельной площади, взятой из утвержденных проектов или по вышеприведенным минимальным данным. Примеры планировки оборудования механических цехов приведены в гл. IX.

§ 9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Как указывалось ранее, в состав механического цеха входят вспомогательные отделения и складские помещения, к числу которых можно отнести: 1) заготовительное отделение; 2) заточное отделение, 3) контрольное отделение; 4) ремонтное отделение (ремонтная база механика цеха), 5) мастерскую для ремонта приспособлений и инструмента; 6) мастерскую энергетика цеха; 7) отделение для приготовления и раздачи охлаждающих жидкостей; 8) отделение для переработки стружки; 9) цеховой склад материалов и заготовок; 10) промежуточный склад ^ деталей, 11) межоперационный склад; 12) инструментально-раздаточный склад; 13) склад приспособлений; 14) склад абразивов; 15) склад масел; 16) склад вспомогательных материалов.

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным — некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов. Так, например, для небольших или средних цехов объединяются мастерская механика и энергетика цеха, промежуточный и межоперационные склады, инструментально-раздаточный склад и склад приспособлений, склад абразивов и склад вспомогательных материалов.

При проектировании цехов некоторые из указанных отделений и складов разрабатываются подробно на основании расчетов, некоторые (а иногда и все) принимаются по аналогии с существующими на действующих пред-

^ **Рассмотрим методiku расчета количества потребного оборудования и площадей для некоторых наиболее крупных вспомогательных отделений и складских помещений.**

А. Заготовительное отделение

Заготовительное отделение служит для разрезки, отрезки, центровки, правки и обдирки прутковых материалов (круглых, квадратных, шестигранных и др.)

Заготовительное отделение может быть расположено или совместно с цеховым складом материалов и заготовок и являться частью его хозяйства, или же быть самостоятельным. Заготовительное отделение для средних и малых механических цехов обычно находится в помещении самого склада. На крупном предприятии это отдельный цех, в котором выполняются предварительные операции для дальнейшей обработки в механических цехах завода; в этом случае заготовительный цех может располагаться либо в одном общем здании с механическим цехом, либо отдельно, в другом здании, расположенном по возможности ближе к центру площади, занимаемой цехами, в которых обрабатывают заготовки. Для больших удобств и выгод целесообразно устраивать централизованный заготовительный цех — общий для всего завода.

В заготовительном отделении применяется следующее оборудование _____ отрезные станки, дисковые пилы, приводные ножовки, центровальные и фрезерно-центровальные, правильные, обдирочные станки, прессы для правки и др.

Определение потребного количества этого оборудования производят обычным порядком на основании разработанного технологического процесса на заготовительные операции (с составлением карт обработки и нормирование времени). Для небольших заготовительных отделений количество станков определяют по аналогии с другими цехами. Так как загрузка заготовительных станков в таких случаях невысока, то часто бывает достаточно установить ножовочную и дисковую пилы, отрезной, центровочный обдирочный и правильный станки (последний может быть заменен прессом для правки).

Разрабатывая план расположения оборудования заготовительного отделения, следует учитывать, что при работе на станках, выполняющих заготовительные операции, приходится иметь дело с длинным материалом и, кроме того, около станков надо оставлять свободные места для материала и заготовок.

После распланировки всего необходимого оборудования определяется площадь заготовительного отделения. Удельная площадь обычно составляет 25–30 м². Площадь заготовительного отделения часто рассчитывают не на основании планировки оборудования, а по удельной площади и числу станков.

Б. Заточное отделение

С целью увеличения сроков службы и полного использования всей режущей способности инструмента, зависящей главным образом от правильного ухода и умелого обращения с ним, необходима централизация всего инструментального хозяйства вообще и заточки инструмента в частности.

При современной организации металлообрабатывающих предприятий заточка инструмента производится централизованно в особо выделенных заточных мастерских. Для обслуживания крупных и средних механических цехов заточное отделение располагают в самих цехах; в цехах с количеством станков до 200 организуют одно заточное отделение; при большем количестве станков может быть два заточных отделения. Что касается **малых механических цехов**, то **заточное отделение** располагают в **самых цехах** в том случае, когда инструментальный цех находится в другом здании; если же инструментальный расположен в одном здании с малым механическим цехом, то заточное отделение размещают в инструментальном цехе.

Количество необходимых заточных станков определяется по количеству инструмента, подлежащего заточке в год, по числу заточек каждого инструмента до его полного использования и по времени, потребному для заточки. Расчет ведется следующим образом.

Число заточек инструмента до полного использования его рабочей части определяется путем деления длины рабочей части инструмента (в мм)

на величину уменьшения рабочей части за одну заточку (в мм). Полученный результат умножают на годовое количество инструмента данного типоразмера, подлежащего заточке, и получают общее число заточек для этого инструмента. Далее, время, потребное на одну заточку в минутах, определяемое нормой, умножают на общее число заточек для всего инструмента данного типоразмера, в результате чего получается общее время, потребное для заточки всего инструмента данного типоразмера (в минутах, которые затем переводят в часы). Полученное таким путем общее время делится на действительный (расчетный) годовой фонд времени заточного станка и число смен (как было указано при подсчете количества станков механического цеха) и, таким образом, определяется количество заточных станков данного типа и потом все количество заточных станков [формулы (157) и (158); коэффициент $\&$, учитывающий простой заточных станков из-за ремонта, при двухсменной работе принимают равным 0,98]. В случае получения дробного числа его округляют до целого, которое выражает принятое число станков. Путем деления расчетного количества станков на принятое определяют коэффициент загрузки заточных станков. Этот расчет удобно производить в виде таблицы по форме, указанной в приложении 7.

Потребное количество заточных станков общего назначения в[^] среднем составляет 4—6% от количества станков, обслуживаемых заточкой.

Часто количество заточных станков определяется не детальным расчетом, а процентным исчислением от количества станков, обслуживаемых заточкой. Для проведения такого расчета надо из общего количества станков механического цеха выбрать станки, для заточки инструмента которых требуются специальные заточные станки, и для обслуживания указанных станков механического цеха определить количество специальных заточных станков каждого типа (по табл. 18).

Т а б л и ц а 18

**Примерное процентное соотношение специальных заточных станков
и производственных станков механического цеха**

Назначение заточного станка	Отношение количества заточных станков данного типа к числу обслуживаемых им станков, %
	10
	5
	5
	5
	5
	2
Для специальных резцов зубострогальных станков . . .	
Для дисковых головок зуборезных станков	10
Для головок зуборезных станков для нарезания зубчатых колес со спиральным зубом.....	15
	5
	Один заточный станок на отделение
	Один заточный станок на завод

* Заточка шевров, как правило, предусматривается в инструментальном цехе.

Из общего количества станков механического цеха исключают станки, для обслуживания которых требуются специальные заточные станки, а для оставшегося количества станков механического цеха рассчитывают по **вышеуказанным** процентам (4—6%) все требующееся количество заточных станков общего назначения, которое затем распределяют по типам (табл. 19). Надо отметить, что специальные заточные станки устанавливают в заточном отделении только в том случае, если они будут загружены не менее чем на 50%.

С целью максимального повышения производительности и улучшения качества отделки обрабатываемой поверхности применяется доводка ре-

Процентное соотношение заточных станков общего назначения

Наименование станков	Процент от общего количества заточных станков
Универсально-заточные.....	40—50
Заточные для резцов из быстрорежущей стали	12—20
Заточные для резцов из твердых сплавов . . .	12—20
Заточные для сверл.....	10—20
Универсально-шлифовальные.....	6—10
Плоскошлифовальные	6—10
Точила на колонке	0,5—1

жущего инструмента после заточки. Доводкой достигается получение правильного контура лезвия, уничтожаются штрихи и шероховатости, заостряется режущая кромка.

Количество заточных станков можно принимать также без детальных расчетов по следующим соотношениям:

заточкой металлорежущих станков	число заточных станков
до 50	3
» 100	4
» 200	9
» 300	13
» 400	17
» 500	21
» 600	25

Особое значение имеет доводка инструментов из твердых сплавов. Так как эти сплавы обладают большой твердостью и хрупкостью, то у оснащенного ими инструмента режущая кромка иногда выкрашивается; с помощью доводки выкрашивание в значительной мере устраняется. Доводка производится на специальных станках. Очень удобны станки двусторонние, т. е. имеющие два диска, расположенные с двух сторон. Количество доводочных станков подсчитывается способом, аналогичным вышеизложенному, или принимается равным примерно половине количества заточных станков, на которых затачивается инструмент, подлежащий доводке.

В составе заточных отделений должны быть станки для заточки: резцов токарных, строгальных, автоматных, револьверных; резцов, оснащенных твердым сплавом; сверл, фрез (универсально-точильные); фрезерных головок; зуборезных резцов к зубострогальным станкам; долбяков (универсально-точильный или шлифовальный, или универсально-заточный с приспособлением); протяжек; плашек, метчиков; ножей дисковых, сегментных пил и т. д.

Площадь заточного отделения при детальных расчетах определяется на основании планировки станков: удельная производственная площадь составляете—10 м², а удельная общая площадь этого отделения— 10—12 м² на один станок. Во вспомогательную площадь отделения входят: а) площадь для хранения чертежей перетачиваемого инструмента; б) площадь для хранения абразивных кругов и приспособлений к станкам заточного отделения.

Заточное отделение следует располагать смежно с инструментальным складом; из заточного отделения инструмент передают на контрольный стол при раздаточной.

Заточные отделения в механических цехах единичного и серийного производства часто располагают примерно в центре площади, занимаемой

обслуживаемыми ими участками цеха. В механических цехах поточного производства заточные отделения располагаются в стороне от производственного потока, в пристройках цеха, где размещаются и другие вспомогательные отделения и помещения.

Заточные мастерские, располагаемые в механических или других цехах, отделяются стеклянными перегородками. Для удаления абразивной пыли станки, работающие «всухую», должны быть оборудованы отсасывающими устройствами.

Количество рабочих для заточки определяется на основе нормированного времени на заточку или по количеству заточных станков, принимая 1,7—2 человека на один заточный станок при работе в две смены.

Младший обслуживающий персонал составляет 1—3%, инженерно-технический — 6—10% и счетно-конторский — 4—5% от общего количества рабочих.

В. Контрольное отделение

Контрольное отделение, являющееся частью общезаводского контрольного отдела, располагается в конце механического цеха по пути движения деталей в сборочный цех. Помимо самого контрольного отделения, в механическом цехе между станками устраиваются контрольные площадки, на которых производится проверка деталей между станочными операциями и временное хранение деталей (при обработке партиями) до поступления их для обработки на следующий станок.

Проектирование технического контроля и контрольного отделения изложено в гл. VI.

Г. Ремонтное отделение (ремонтная база) и мастерская энергетика цеха

Как указывалось ранее, в состав механического цеха входят ремонтное отделение (называемое ремонтной базой) и мастерская энергетика, находящиеся в ведении цеха. Об устройстве и организации этих отделений см. гл. XI «Проектирование ремонтно-механических цехов».

Д. Мастерская для ремонта приспособлений и инструмента

В механических цехах массового производства и в крупных цехах серийного производства при условии, что на один производственный станок приходится не менее одного приспособления, организуются самостоятельные мастерские для ремонта приспособлений и инструмента.

Количество станков для мастерской определяется из расчета 4% от 100—200 обслуживаемых металлорежущих станков, 1,4% от 600 обслуживаемых станков; для промежуточного количества обслуживаемых станков количество их для мастерской определяется методом интерполяции.

Общая площадь для станков и слесарной работы определяется из расчета 17—22 м² на один станок мастерской, включая вспомогательную площадь (для кладовой ремонтируемых приспособлений и запасных частей к ним и других помещений).

Е. Отделение для приготовления и раздачи смазочно-охлаждающих жидкостей

Снабжение металлорежущих станков механического цеха смазочно-охлаждающими жидкостями (к ним относятся эмульсия, содовый раствор, масла, сульфофрезол) может быть организовано следующими способами:

1) централизованным циркуляционным, 2) централизованным групповым и 3) децентрализованным.

При *централизованном циркуляционном способе* охлаждающая жидкость подается к станкам из центральной установки по трубопроводам;

от станков отработанная жидкость идет самотеком по подземным трубопроводам в центральную установку. Такой способ применяется в цехах, имеющих большое количество однотипных станков, работающих при ограниченном числе равных по составу охлаждающих жидкостей.

При *централизованном групповом способе* охлаждающая жидкость подается по трубопроводам из центральной установки к разборным кранам, распределяющим жидкость по группам станков или по отдельным станкам. При этой системе отработанные эмульсии и водные растворы отводятся в канализацию, а отработанное масло передается для регенерации. Эта система применяется в цехах, имеющих большое количество разнотипных станков, требующих разных по составу охлаждающих жидкостей.

Третий способ снабжения — *децентрализованный* — предусматривает подачу охлаждающей жидкости к станкам в таре; отработанные жидкости удаляются таким же образом. Этот способ применяется в цехах с небольшим количеством станков.

Центральная установка для приготовления и подачи смазочно-охлаждающей жидкости к станкам располагается в здании механического цеха, в котором отводится для этого специальное помещение. В этом помещении для приготовления эмульсии и содового раствора ставятся смесители, к которым подводятся вода, пар и сжатый воздух; паром производится подогрев воды, сжатым воздухом — перемешивание раствора в смесителях. Здесь же хранятся масла, требующиеся для смазки оборудования цеха. Помещение центральной установки в целях пожарной безопасности располагается у наружной стены здания и имеет непосредственный выход наружу.

Годовой расход смазочно-охлаждающих жидкостей определяется исходя из количества оборудования цеха и нормы расхода на единицу оборудования. Норма расхода охлаждающих жидкостей и масла принимается по практическим данным, устанавливаемым на основании обобщения заводского опыта (см. гл. XXI).

Ж. Отделение для переработки стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки. Образующееся в течение года количество стружки можно определить как разность между черным и чистым весом изделий, потребным на годовую программу, или же примерно согласно данным, приведенным в гл. III, § 5.

Стружка, получаемая при обработке на металлорежущих станках, может быть загрязненной маслом — эмульсионная и без масла — сухая. Стружку необходимо собирать в цехе отдельно по видам и маркам металла в металлические коробки или бункеры. Особое внимание уделяется сбору стружки цветных металлов. Стружка, загрязненная маслом, собирается в коробки с двойным дном, для того чтобы можно было собрать и использовать стекающее с нее масло. Следует отметить, что объемный вес стружки, особенно стальной витой, в десятки раз меньше удельного веса металла, поэтому при проектировании необходимо предусмотреть емкости для хранения стружки в достаточном размере.

От станков стружка доставляется к сборным коробам, или бункерам, расположенным у проездов цеха, при помощи авто- или электротележек, электрических тельферов на монорельсах, кранов и транспортеров. При этом применяются транспортеры ленточные, пластинчатые, скребковые, инерционные, шнековые (винтовые). Для удаления мелкой стружки используются пневматические транспортеры. На токарных станках для стальной стружки целесообразно применять стружколоматели, дробящие витую стружку

Из сборных коробов или бункеров стружка вывозится в отделение для переработки на электрических или моторных тележках, автотягачами

или посредством транспортеров, расположенных на полу или в туннелях; применяются также подвесные цепные конвейеры с коробами.

Процесс переработки стружки предусматривает выполнение следующих операций: дробление витой стружки, центрифугирование стружки, загрязненной маслом, и при значительном количестве стружки брикетирование ее. Если в составе завода имеется несколько сравнительно небольших механических цехов, переработка стружки может производиться централизованно в одном отделении, куда доставляется стружка из всех цехов. При наличии в составе завода крупных механических цехов переработка стружки производится в устроенном при каждом цехе отделении.

Чугунная стружка поступает непосредственно на брикетирование или вывозится с завода без переработки.

Стальная витая стружка, не загрязненная маслом, подвергается дроблению, после чего брикетируется или направляется в погрузочные бункеры для вывоза с завода. Стальная витая стружка масляная проходит, как сказано, дробление и центрифугирование, после чего подвергается брикетированию или вывозится с завода. Мелкая масляная стальная стружка поступает прямо на центрифугирование и потом на брикетирование.

Количество стружкодробилок и центрифуг для отделения масла от стружки определяется исходя из количества получаемой в цехе стружки и производительности оборудования для ее переработки.

3. Цеховой склад материалов и заготовок

Цеховой склад материалов и заготовок предназначается для хранения запасов пруткового и другого материала и заготовок — отливок, поковок и штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением. Такие склады устраивают при механических цехах (или отделениях) единичного и серийного производства.

В цехах поточно-массового производства вместо таких складов предусматривают складочные площадки в начале каждой поточной линии (в конце линии устраивают площадки для временного хранения готовых деталей), и только при автоматных отделениях устраивают склады для хранения пруткового материала.

Запас материалов и заготовок в цеховом складе должен быть невелик, так как назначением его является только обеспечивать регулярное снабжение цеха материалами и заготовками для бесперебойной работы станков. Это требование обосновывается двумя соображениями:

- 1) цехи не должны создавать излишнего запаса материалов, чтобы не замедлять их оборачиваемость, т. е. не увеличивать размер необходимых оборотных средств;

- 2) так как склад материалов размещается в производственном здании, то в случае хранения большого запаса материалов склад будет отнимать излишнюю производственную площадь, что, разумеется, нецелесообразно.

Исходя из указанного, при расчете потребной площади склада рекомендуется принимать запасы сортового металла и заготовок, указанные в табл. 20.

Для достижения прямого и кратчайшего пути движения материалов и заготовок к соответствующим группам станков склад располагают в начале цеха; при этом он может размещаться:

- а) в начале цеха поперек пролетов здания (рис. 68);
- б) в отдельном пролете, перпендикулярном к пролетам механического цеха (рис. 69);
- в) под эстакадой, примыкающей к зданию цеха, расположенной перпендикулярно его пролетам (рис. 70).

Последние два способа расположения применяются для складов заготовок и материалов при крупных цехах на заводах тяжелого машиностроения.

Нормы запаса на цеховых складах материалов и заготовок

Род материала и заготовок	Нормы запаса на складах для разных видов производства (в календарных днях)				
	единичного	мелко-серийного	серийного	крупно-серийного	массового
Сортового металла, мелких и средних отливок и поковок	10	8	6	4	2*
Крупных отливок и поковок . . .	10	8	6	1,5	0,5**

* Сортового металла на складах для автоматических отделений, мелких и средних заготовок на складских площадках поточных линий.
** На складских площадках поточных линий.

При первых двух способах расположения складов материалы и заготовки располагаются на складе соответственно тем пролетам, в которые они должны пойти на обработку, причем в пределах каждого пролета они

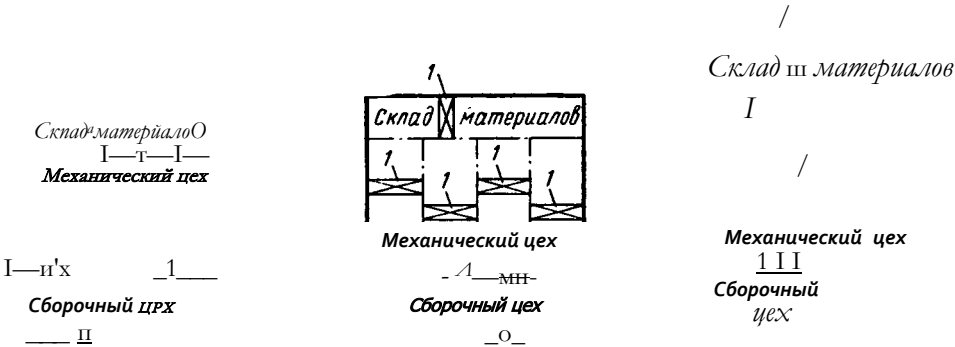


Рис. 68. Расположение цехового склада материалов и заготовок в пролетах механического цеха:
/ — мостовые краны; 2 — консольный кран

Рис. 69. Расположение цехового склада материалов и заготовок в пролете, перпендикулярном пролетам механического цеха:
/ — мостовые краны

Рис. 70. Расположение цехового склада материалов и заготовок под эстакадой:
/ — мостовые краны; 2 — колонны эстакады

сортируются по типам и размерам машин. Прутковый материал хранится или горизонтально — в штабелях, стойках (рис. 71), клеточных и крючковых стеллажах (рис. 72 и 73) или вертикально — в пирамидальных стеллажах (рис. 74).

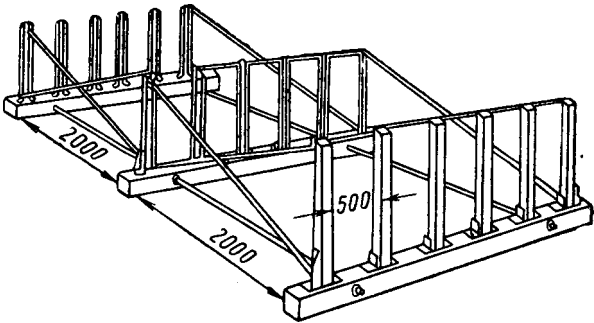


Рис. 71. Стойка для горизонтального хранения прут нового материала

В первом случае площадь, занимаемая прутками, больше, но при таком способе хранения прутками удобнее оперировать при их транспортировании, особенно при транспортировании пачками с помощью кранов;

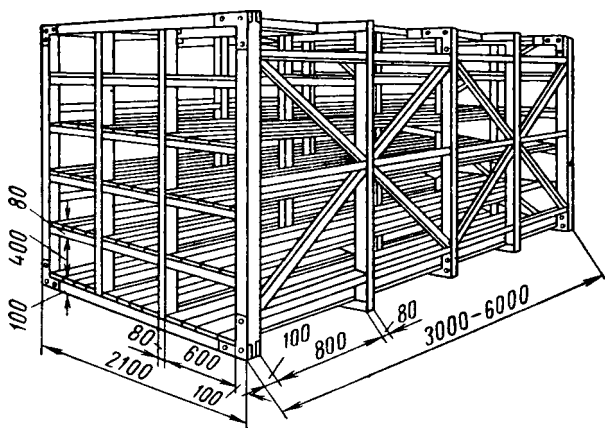


Рис. 72. Клеточный стеллаж для горизонтального хранения пруткового материала

во втором случае для хранения прутков требуется меньшая площадь, но оперировать ими менее удобно, особенно при длинных прутках и транспортировании при помощи крана. Длинные прутки (5—6 м) при вертикальном хранении разрезают пополам.

Крупные поковки и отливки хранятся на полу отдельными штуками или в штабелях: поковки среднего размера могут храниться в штабелях на полу, мелкие — на полочных складах с гнездами.

Высота штабелей и стеллажей принимается до 2,5 м (рис. 75). Стеллажи бывают из дерева, металла или смешанной конструкции. Размеры и конструкция стеллажей устанавливаются в зависимости от рода, формы и размеров заготовок, для хранения которых они предназначены. Очень удобны стеллажи, составленные из отдельных секций. Размеры гнезд принимаются в зависимости от размеров заготовок. Глубина гнезд стеллажей для хранения заготовок может быть принята равной 550—600 мм, ширина 700—750 мм, высота 600—700 мм, высота всего стеллажа до 2 ж. Универсальные стеллажи делают с кратными размерами в плане 550 X 1100 мм при общей высоте до 2 м.

Стеллажи располагаются вдоль или поперек склада (рис. 76). Продольное (относительно склада) расположение стеллажей закрывает доступ света через окна в торце здания. При продольном расположении стеллажей образуется несколько продольных проездов или проходов, причем ширина их должна быть достаточной для прохода транспорта; это понижает использование площади склада. При поперечном относительно склада расположе-

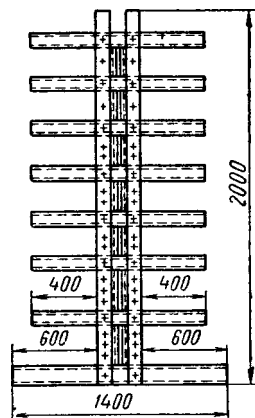


Рис. 73. Крючковый стеллаж для горизонтального хранения пруткового материала

НЛ
ЖК

Ж
---И---И---

иЕ

Рис. 74. Пирамидальный стеллаж для вертикального хранения пруткового материала

нии стеллажей бывает достаточно одного среднего или бокового проезда вдоль склада, поэтому при таком расположении стеллажей площади склада используются лучше.

Ширина проходов между стеллажами при использовании ручных тележек принимается равной 0,7—1,0 м, при использовании электрических и автотележек— 1,5—2,0 м

и более в зависимости от применяемых средств транспорта.

Главный проход внутри склада должен быть постоянно свободным для проезда тележек: ширина его 2,5—3,0 м. При необходимости пользования автомобильным транспортом ширина прохода должна быть не менее 4

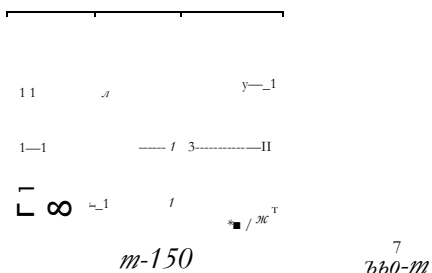


Рис. 75. Полочный стеллаж

рожной линии в склад ширина проезда определяется в зависимости от габаритных размеров подвижного состава.

Общая площадь склада определяется на основе планировки устройств, стеллажей, стоек, а также площадок для хранения запаса отдельных видов

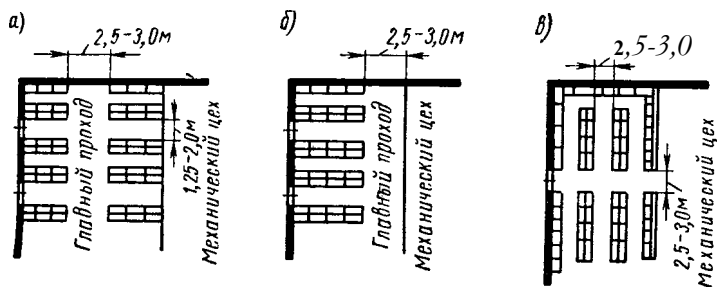


Рис. 76. Поперечное а и б и продольное в расположение стеллажей в цеховом складе

материалов и заготовок на указанный выше срок с учетом проходов и проездов. Размеры площадей, потребных для хранения запасов того или иного материала или заготовок на заданный срок, определяются в зависимости от способа укладки и хранения материалов.

Площадь для хранения заготовок, располагаемых отдельными штукками, можно определить по габаритным размерам заготовок. Для этого на плане надо нанести расположение таких заготовок в количестве, необходимым для принятого срока, с указанием их размеров; запас заготовок должен быть невелик (см. табл. 20). Необходимо отметить, что крупные поковки или отливки не следует хранить в цеховом складе; их нужно доставлять к рабочим местам непосредственно из складов тех заготовительных цехов, где они изготавливаются.

Площадь для хранения заготовок на стеллажах можно определить путем расположения необходимых для этого стеллажей. Надо предварительно выбрать размеры гнезд стеллажей, количество этих гнезд, число ярусов в стеллажах, общую высоту и длину стеллажей так, чтобы их было достаточно для хранения запаса заготовок на установленный срок.

Площадь для хранения заготовок в штабелях на полу, а также сортового материала в штабелях или стеллажах на принятый срок определяется по нагрузке на 1 ж² площади пола, которая принимается на основе нагрузок, допускаемых конструкцией пола, с учетом удобства хранения материалов и оперирования с ними при погрузке и разгрузке. При расположении це-

ховых складов в одноэтажном здании грузонапряженность, т. е. нагрузка на 1 м² пола склада при хранении материалов и заготовок удельным весом более 4, принимается равной:

для сортового материала	до 2,5—3 т
для литья, поковок и штамповок мелких и средних размеров	до 2,0—3,0 т
для крупных заготовок	до 2,5 т

При хранении материалов и заготовок удельным весом до 4 соответственны 1,2; 0,7; 1,2 т.

При расположении склада во втором этаже или выше нагрузка пола не должна превышать 1 т на 1 м² \ обычно бывает достаточна нагрузка, равная 0,75 т на 1 м².

Исходя из допускаемой грузонапряженности площади пола и принятого для образования запаса количества дней, можно подсчитать потребную площадь $\hat{F}$ по следующей формуле:

$$F = \frac{Qt}{\Phi q} \text{ м}^2 \quad (188)$$

где ξ_2 — черновой вес материалов или заготовок данного вида, подлежащих обработке в механическом цехе в течение года, т;

/ — количество дней, на которые принимается запас материалов;

Φ — количество рабочих дней в году;

q — допускаемая нагрузка на площадь пола в тоннах на 1 м² (грузонапряженность).

По этой формуле может быть найдена полезная площадь отдельных мест или участков склада для хранения определенного сорта материала и определенного вида и размера заготовок.

Установив, таким образом, размеры площадей для хранения отдельных видов материалов и заготовок на стеллажах, на полу, в штабелях, отдельными штуками, надо нанести на план расположение этих мест или участков, оставив между ними проходы и проезды, размеры которых должны соответствовать размерам применяемых транспортных средств. Как было отмечено выше, участки для хранения различных заготовок или материалов надо располагать в тех пролетах цеха, в которых будет обрабатываться тот или иной материал или заготовка. В результате такой планировки определится необходимая площадь всего склада.

Можно определить площадь всего склада упрощенно — без подразделения ее на отдельные участки для разных сортов материала и заготовок. В этом случае подсчет ведется по средней грузонапряженности площади всего склада, принимая эту грузонапряженность равной примерно 1,5—2 т на 1 м², и по среднему числу дней, принятому для образования запаса материалов и заготовок. Применяя для этого случая формулу (188), в которой C обозначает вес всех материалов и заготовок, проходящих через склад и подлежащих обработке в механическом цехе в течение года, и учитывая площади для проходов и проездов, получим общую величину площади всего склада по формуле

где ξ_2 — общий черновой вес всех материалов и заготовок, подлежащих обработке в механическом цехе в течение года, т;

/ — среднее количество дней, принятое для образования запаса материалов и заготовок;

$\Lambda_{\text{ср}}$ — средняя грузонапряженность площади склада, т/м² \

Φ — количество рабочих дней в году;

/>_н — коэффициент использования площади склада.

Коэффициент $\&_{\text{н}}$, выражающий отношение полезной площади склада к его общей площади, учитывает площади, занятые под проходы, проезды, места для рассортировки материалов и заготовок; величину его можно принять равной 0,4—0,5.

Площадь цехового склада составляет по ряду выполненных проектов примерно 10—15% от площади станочного отделения цеха; площадь цехового склада вместе с заготовительным отделением составляет 15—20% от станочной площади.

Современные склады, как цеховые, так и общезаводские, должны быть механизированными, т. е. оснащены подъемниками, укладчиками, различными транспортирующими устройствами, механическими средствами транспорта и пр.

Для транспортирования материалов и заготовок внутри склада и из склада к станкам применяются различные транспортные средства. При расположении склада поперек пролетов цеха для подачи материалов и заготовок из склада к станкам, помимо ручных, электрических и автотележек и автопогрузчиков, применяют мостовые краны, которые обслуживают пролеты механического цеха и которые могут заходить в складское помещение каждого пролета (см. рис. 68). В этом случае транспортирование грузов мостовым краном в пределах всего склада, разумеется, невозможно. Для этой цели, кроме электрических и автотележек, можно применять подвесные однорельсовые пути с тельфером, расположенные вдоль склада, консольные и велосипедные краны, перемещающиеся параллельно торцовой стене здания.

В крупных цехах склад располагается, как было отмечено выше, в отдельном пролете, перпендикулярном к пролетам механического цеха (см. рис. 69). В этом случае его оборудуют своим мостовым краном, обслуживающим всю складскую площадь. Для передачи грузов в пролеты механического цеха необходимо, чтобы мостовые краны цеха имели возможность заходить под складской мостовой кран, для чего высота складского пролета должна быть больше высоты механических пролетов. При невозможности устройства склада большей высоты, чем механические пролеты, и расположении складского мостового крана на одном уровне с мостовыми кранами механических пролетов передачу грузов из склада под краны механического цеха можно производить при помощи тележек.

При расположении склада под эстакадой, примыкающей к зданию цеха и расположенной перпендикулярно его пролетам, склад оборудуется мостовым краном (см. рис. 70).

И. Склад готовых деталей и узлов (промежуточный) и межоперационный склад деталей

После проверки в контрольном отделении детали поступают в склад готовых деталей и узлов, так называемый промежуточный склад, расположенный в конце пролетов механического цеха, вслед за контрольным отделением, по пути движения деталей из механического цеха в сборочный.

Промежуточный склад служит для накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, и для снабжения готовыми деталями сборочного цеха. Промежуточный склад обеспечивает бесперебойную и планомерную сборку и выпуск готовых изделий.

Предварительная сборка узлов уменьшает запасы деталей на складе и тем самым размеры складов; для хранения деталей и узлов около мест сборки устраиваются складские площадки, на которых хранятся и комплектуются детали и узлы, необходимые для сборки машин. Иногда комплектование деталей и узлов производят в специальных *складах комплектования*. В этом случае площадь промежуточного склада для хранения деталей и узлов получается значительно меньшей.

Запасы готовых деталей на промежуточных складах принимаются на следующее число дней:

	мелких и средних деталей	крупных деталей
при единичном производстве	15	6
» мелкосерийном »	10	4
» серийном » . .	7	2
» крупносерийном » . .	4	1
» массовом > . .	2	0,5

Запас готовых узлов у сборочных мест — на 1—2 дня.

При поточно-массовом производстве вместо промежуточного склада предусматриваются для хранения готовых деталей складочные площадки в конце поточных линий. Запас деталей и узлов на этих площадках обычно равняется потребности сборочного процесса на 0,5—1 день (сутки). Здесь же иногда (при отсутствии специальных складов комплектования) производится комплектование деталей и узлов, потребных для каждого рабочего места.

На складах должен храниться также запас покупных изделий (приборов, нормалей и пр.), которые доставляются с центрального склада завода: при серийном производстве — на 4 дня, при крупносерийном — на 2,0—2,5 дня, массовом — на 1,0—1,5 дня.

На заводах поточно-массового производства (авто- и тракторостроение, сельскохозяйственное машиностроение и др.) применяются часто подвижные склады-конвейеры (подвесные, пластинчатые и др.), подающие детали и агрегаты непосредственно к местам сборки; при этом отпадает необходимость в промежуточных складах, благодаря чему сокращается размер площади цеха.

Для хранения деталей, узлов и других изделий применяются полочные стеллажи с гнездами, столы, подставки и другие специальные устройства. Типы и размеры полочных стеллажей указаны выше (см. п. 3 настоящего параграфа). Ширина проходов между стеллажами и ширина главных проездов принимаются таких же размеров, как и для цехового склада материалов.

Общая площадь промежуточного склада определяется так же, как и для цеховых складов материала, т. е. на основе планировки стеллажей и других устройств для хранения запаса разных видов деталей на определенный срок с учетом проходов и проездов; обычно применяют упрощенный способ, когда общая площадь определяется на основе укрупненного расчета целиком всей площади склада без подразделения ее на отдельные места для хранения разных деталей.

Грузонапряженность площади пола промежуточных складов принимается меньшей, чем в цеховом складе материалов, так как большинство готовых деталей хранится на стеллажах или на специальных подставках, столах и в таре. Готовые детали должны храниться бережно и аккуратно, поэтому допустимую грузонапряженность следует принимать равной: при удельном весе материалов более 4 — 1 г на 1 м² для мелких и средних деталей и 1,5 г на 1 м² для крупных; при удельном весе материалов до 4 — соответственно 0,4 и 0,6 на 1 м².

Подсчет производится по той же формуле (189), что и для цехового склада материалов и заготовок, только в этом случае $\{$ будет обозначать чистый вес готовых деталей, проходящих через склад в течение года. Коэффициент использования площади склада равен 0,4. Площадь промежуточного склада в среднем составляет 10% от станочной площади.

Хранение деталей в процессе их изготовления, т. е. между операциями обработки, производится на специально отведенных для этого площадках между станками. На этих площадках производится также контроль деталей. Вместо таких площадок между станками иногда (при единичном,

мелкосерийном, серийном и крупносерийном производстве) устраиваются так называемые *межоперационные склады*, предназначенные для хранения полуфабрикатов.

Площадь межоперационных складов надо рассчитывать не по чистому весу, как это делается для окончательно обработанных деталей, а по среднему, который можно примерно (с некоторым запасом) принимать на 7—8% больше чистого веса исходя из того, что отход материала при обработке равен в среднем 15% и что половина отхода снимается за первую обдирочную операцию. Кроме того, необходимо учесть, после скольких операций, т. е. сколько раз детали в процессе изготовления будут заходить для хранения на склад; в среднем для серийного машиностроения можно считать 5—6 операций, после которых детали будут заходить на склад в ожидании поступления на следующий станок.

Срок нахождения этих деталей на складе за время выполнения всех операций должен быть возможно малый; при единичном производстве принимается 6 дней, при мелкосерийном — 6, при серийном — 4, при крупносерийном — 2 дня.

Грузонапряженность площади пола для хранения деталей между операциями обработки принимают равной: при удельном весе материалов более 4 для мелких и средних деталей 0,9 т на 1 м² и для крупных деталей — 1,7 т на 1 м²; при удельном весе до 4 — соответственно 0,3 и 0,6 т на 1 м².

Исходя из этого размер общей площади межоперационного склада /о.-: можно выразить следующей формулой:

где $S_{f,ч}$ — чистый вес готовых деталей, т;

K_o — коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки;

t — количество дней нахождения деталей на складе за каждый заход;

I — среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад (между операциями обработки);

Φ — количество рабочих дней в году;

$<7_{ср}$ — средняя грузонапряженность площади склада в тоннах на 1 м²;

$\zeta_{п}$ — коэффициент использования площади склада, учитывающий площадь, занятые под проходы и проезды (равен примерно 0,4).

К. Инструментально-раздаточный склад

Инструментально-раздаточный склад служит для снабжения рабочих мест (станочников и слесарей) инструментом и приспособлениями.

В небольших и средних механических цехах для всех видов инструмента — режущего, вспомогательного и измерительного, а также для приспособлений устраивается один инструментально-раздаточный склад. Для крупных цехов (с количеством станков более 200) иногда устраивают отдельные специализированные склады режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, приспособлений и абразивов.

Для таких же крупных цехов возможна организация нескольких общих (не специализированных) раздаточных складов, с тем чтобы каждый из них обслуживал не менее 100—125 станков.

Для смежно расположенных цехов (особенно небольших) целесообразно устраивать объединенные инструментально-раздаточные склады.

Инструментально-раздаточный склад располагается в цехе рядом с заточным отделением и для единичного и серийного производства часто в центральной части цеха; для поточного производства склад следует располагать в стороне от поточных линий, где размещаются другие вспомо-

гательные отделения. Для хранения инструмента и приспособлений склад оборудуют стеллажами.

Площадь инструментально-раздаточного склада определяется по числу обслуживаемых складом рабочих мест. Для исчисления размера площади служит показатель, выражающий размер площади склада в квадратных метрах, приходящейся на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха.

Площадь склада инструмента определяется из расчета на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха при работе в две смены в зависимости от вида производства: для единичного производства — $0,7 \text{ м}^2$, мелкосерийного — $0,5 \text{ ж}^2$, серийного — $0,4 \text{ м}^2$, для крупносерийного — $0,3 \text{ м}^2$, массового — $0,25 \text{ м}^2$.

Для обслуживания слесарно-сборочных участков площадь склада может быть принята равной $0,15 \text{ м}^2$ на одного слесаря, причем принимается общее для всех смен количество слесарей, так как в складе необходимо хранить инструмент для рабочих всех смен.

Площадь склада приспособлений принимается равной для единичного производства $0,5 \text{ м}^2$, мелкосерийного — $0,4 \text{ м}^2$, серийного — $0,3 \text{ м}^2$, крупносерийного — $0,2 \text{ лг}$, массового — $0,1 \text{ м}^2$ на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха при работе в две смены.

Площадь кладовой для абразивов (шлифовальных и полировальных кругов) принимается из расчета $0,4 \text{ м}^2$ на один шлифовальный, заточный или полировальный станок для всех видов производства.

Наиболее удобной формой помещения для раздаточного склада является вытянутый прямоугольник, по длинной стороне которого размещаются окна для выдачи инструмента: при этом стеллажи для хранения инструмента располагаются перпендикулярно длинной стороне прямоугольника.

§ 10. ОБЩАЯ ПЛАНИРОВКА МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Все отделения цеха располагаются по направлению общего производственного потока в следующем порядке (типовую схему см. на рис. 146):

а) при единичном и серийном производстве цеховой склад материалов и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещаются в начале цеха (поперек пролетов цеха или в отдельном пролете, перпендикулярном к пролетам цеха); при поточном производстве складские площадки для заготовок располагаются в начале каждой поточной линии;

б) вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устраивается проезд шириной не менее 4 м и более в зависимости от применяемых средств транспорта;

в) далее располагается станочное отделение; при значительной длине технологической линии устраиваются поперечные проходы шириной не менее 4 м ;

г) в конце станочного отделения поперек всех пролетов также устраивается поперечный проезд шириной не менее 4 ж в зависимости от применяемых средств транспорта;

а) далее располагается контрольное отделение или контрольные пункты (при поточном производстве).

е) параллельно контрольному отделению, поперек пролетов, размещается промежуточный склад и смежно с ним — межоперационный, если таковой предусмотрен;

ж) заточное отделение и инструментально-раздаточный склад, как отмечалось выше, при поточном производстве располагаются в стороне от потока, где размещаются и все остальные вспомогательные отделения цеха, чтобы не стеснять движение деталей; при единичном и серийном производстве они могут занимать в цехе центральное положение по отношению обслуживаемых станочных участков.

Складские помещения в цехе (склад материалов и заготовок, промежуточный склад, раздаточная инструмента) отделяются от станочного отделения металлической сеткой высотой не более 2,0—2,5 м (для свободного прохода кранов), а контрольное и заточное отделения — стеклянной перегородкой.

В соответствии с указанной последовательностью расположения вспомогательных отделений цеха и планировкой оборудования устанавливается общая компоновка цеха, в результате чего определяются число пролетов, ширина цеха, его длина (в соответствии с принятым шагом колонн) и общая площадь цеха (определение ширины, длины и высоты здания цеха рассматривается в гл. XVIII).

В проектном задании схема общей компоновки отделений цеха разрабатывается на основе площадей, подсчитанных по удельной площади, и других технико-экономических показателей или, что точнее, на основе планировки оборудования, количество которого определено по данным технологического процесса; в рабочих чертежах производится уточнение общей компоновки цеха с учетом необходимых площадей отделений, полученных на основании окончательной планировки оборудования. Примеры планировок оборудования и компоновок механических и сборочных цехов приведены в гл. IX и XIX.

План цеха выполняется в масштабе 1 : 100. Для больших цехов (насчитывающих примерно более 250 станков) его можно выполнять в масштабе 1 : 200. На плане должны быть изображены все оборудование и все устройства, относящиеся к рабочему месту, а именно:

- 1) металлорежущие станки, автоматические станочные линии и другое производственное оборудование;
- 2) местоположение рабочего у станка во время работы;
- 3) рабочие места без оборудования (на полу или на специальных основаниях) с указанием их габарита;
- 4) верстаки, рабочие столы, подставки;
- 5) инструментальные шкафы (столики);
- 6) места у станков для обработанных деталей и обрабатываемых заготовок и материалов;
- 7) места для этажерок и подставок для деталей и крупного инструмента;
- 8) транспортные устройства, относящиеся к рабочему месту — наклонные скаты (желоба, лотки), склизы и пр. (см. гл. XV);
- 9) площадки для контроля и временного хранения деталей (см. гл. VI);
- 10) места для мастеров.

На плане должны быть также показаны грузоподъемные и транспортные устройства цеха: краны мостовые и балочные, консольные, велосипедные, порталные и полупортальные, местные поворотные краны, тельферы, тали, роуланги и конвейеры, рельсовые узкоколейные и ширококолейные пути, подъемники-лифты (см. гл. XV).

Кроме того, на плане должны быть изображены штрих-пунктирными линиями все проезды и проходы, штриховыми линиями туннели или ямы, предназначенные для производственных или транспортных целей.

В части строительной на плане должны быть изображены:

- 1) колонны с осями и обозначением номера каждой колонны;
- 2) очертания оснований колонн и фундаментов, изображаемые штриховыми линиями;
- 3) наружные и внутренние стены — капитальные и легкие, а также перегородки, включая стеклянные и сетчатые;
- 4) окна, ворота и двери, как наружные, так и внутренние;
- 5) подвалы, подземные комнаты, антресоли.

На плане должны быть даны и все необходимые размеры: ширина пролетов; шаг колонн; общая ширина цеха; общая длина пролетов и всего цеха; ширина продольных и поперечных проходов или проездов; ширина,

длина и площадь каждого вспомогательного отделения; расстояния от станков до колонн и между станками и рабочими местами, габаритные размеры крупных станков. Все нанесенные на план изображения и размеры должны быть вычерчены в масштабе.

----->-----	Подбесной конВейер						
#>--x-	Спуск а подъем подвесного конВейера						
-----в-----	Тельфер на монорельсе		Сжатый Воздух В ата				
	Пнедматический подъемник на монорельсе	<§>	Сжатый яздух Јата				
	Электроинструмент на монорельсе	■	ПодМ газа				
	ПоВоротный кран у колоннь/	○	Вода (подВод)				
—о ■ <+]	Кран-5а л на. с тепыферон	○ ¹ " ¹	Вода (спиВ)				
Н ⁴ * □ ^	ПодВесная кран-балка с тельфером	®	ПодВод jMтjDbtин				
~X fl	Мосто'Бой кран	©	Под В од масла				
	DPI Одинарный рольганг	I В 1	верстак слесарный				
<table><tr><td>00</td><td>0D</td></tr><tr><td>0D</td><td>□□</td></tr></table>	00	0D	0D	□□	Двойной рольганг	1 К. С I	Контрольный стол
00	0D						
0D	□□						
TAINIÜflp	Пластинчатый транспортер	[_____]	Складочное место				
	Склиз, скат	\~~p~fi ~j	РезерВное место				
не	Железнодорожный путь нормальной колеи	[~ö]	бункер				
III]	Рольганг	Ст	Степпах				
	Пар с Возвратом конденсата	О	Место для ШцВш				

Рис. 77. Условные обозначения вспомогательного оборудования и трубопроводов

Все станки, автоматические станочные линии и другое оборудование, а также устройства на рабочих местах, складские и контрольные площадки, грузоподъемные и транспортные устройства, изображенные на плане, обозначаются порядковыми номерами и вносятся в спецификацию, которая помещается на плане. В спецификации должны быть указаны: 1) номер, обозначенный на плане; 2) наименование оборудования или устройства; 3) характеристика их — основные размеры, грузоподъемность, площадь и т. д.; 4) мощность электродвигателей этого оборудования и устройств.

На плане должны быть сделаны надписи с номерами или названиями производственных отделений цеха, производственных участков, вспомогательных отделений, а также с названиями или номерами этажей (при многоэтажных зданиях).

В случае расположения цеха в многоэтажном здании на одном листе изображаются все этажи, один над другим так, чтобы совпадали все оси, колонны и габариты по всем этажам.

Кроме плана, должен быть выполнен поперечный разрез здания в масштабе 1 : 50 и 1 : 100 с указанием высоты здания.

К плану цеха должна быть приложена выкопировка из генерального плана, указывающая положение данного цеха по отношению к другим цехам, а также внутризаводские транспортные пути, подходящие к данному цеху и связывающие его с другими цехами, сооружениями, складами.

Все указанное в отношении выполнения плана механического цеха относится также и к планам других цехов, рассматриваемых далее.

Условные обозначения вспомогательного оборудования и трубопроводов даны на рис. 77. Условные обозначения строительных элементов, помещаемых на планах цехов, даны ниже на рис. 145.

§ 11. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА*

Для определения затрат по постройке и оборудованию спроектированного цеха и для выявления его технико-экономической эффективности выводится ряд технико-экономических показателей, из которых основные приведены ниже.

Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность цеха.

1. Годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости (в рублях), в том числе запасных частей.

2. Годовой выпуск комплектов (узлов или деталей) или машин.

3. Годовой выпуск изделий (в тоннах), в том числе запасных частей.

4. Количество рабочих смен.

5. Площадь цеха (в квадратных метрах): а) общая; б) производственная.

6. Количество производственного оборудования с указанием, кроме того, отдельно количества металлорежущих станков и автоматических станочных линий.

7. Количество работающих, в том числе: а) производственных рабочих; б) вспомогательных рабочих; в) младшего обслуживающего персонала; г) инженерно-технического персонала; д) счетно-конторского персонала.

8. Основные фонды (в рублях), в том числе: а) здания и сооружения; б) оборудование, инструмент и приспособления; в) производственный и хозяйственный инвентарь.

9. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих.

10. Установленная мощность электродвигателей (в киловаттах).

Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность цеха.

11. Годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости), в комплектах (узлов или деталей) и тоннах: а) на одного работающего и одного рабочего; б) на единицу производственного оборудования; в) на 1 м² производственной площади в одну смену.

12. Годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости) на 1 рубль основных фондов.

* Подробнее о технико-экономических показателях см. гл. XXI,

13. Основные промышленные фонды на 1 рубль выпуска.
14. Общая и производственная площадь на единицу производственного оборудования в квадратных метрах.
15. Средний коэффициент загрузки оборудования (по времени) в процентах.
16. Коэффициент сменности.
17. Средняя установленная мощность одного станка в киловаттах.
18. Средняя установленная¹ мощность станочного оборудования в киловаттах на одного производственного рабочего в наибольшую по количеству работающих смену (энерговооруженность).
19. Трудоемкость и станкоемкость одного комплекта деталей, одной машины, одной тонны продукции в человеко-часах и станко-часах.
20. Степень охвата рабочих механизированным трудом в процентах.
21. Уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах в процентах.
22. Уровень механизации и автоматизации производственных процессов в процентах (метод исчисления показателей 20, 21 и 22 см. ниже).
23. Коэффициент использования металла.
24. Себестоимость обработки и цеховая себестоимость² 1 т и одного комплекта узлов или деталей на одну машину.
25. Структура цеховой себестоимости в процентах: а) материалы; б) основная заработная плата производственных рабочих; в) цеховые накладные расходы.
26. Отношение цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих в процентах.

Для определения уровня механизации и автоматизации производства служат три вышеуказанных основных показателя*:

1. Степень охвата рабочих механизированным трудом.
2. Уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах.
3. Уровень механизации и автоматизации производственных процессов.

Для вычисления этих показателей необходимо иметь ведомость оборудования с указанием количества единиц каждого вида и типа оборудования и прикреплением всех рабочих цеха к определенным рабочим местам.

Общее количество рабочих цеха P^{**} состоит из трех групп:

$$P = P_m + P_{и\cdot p} + P_p$$

где P_m — количество рабочих, выполняющих работу механизированным способом; сюда относятся рабочие, работающие на станках и других машинах с механическим, электрическим или другим приводом, а также наладчики и рабочие, наблюдающие за работой автоматических машин и механизмов;

$P_{и\cdot p}$ — количество рабочих, выполняющих работу при помощи ручного механизированного инструмента;

P_p — количество рабочих, выполняющих работу вручную.

* По методике бывшего Государственного комитета Совета Министров СССР по автоматизации и машиностроению.

Оценка уровня механизации и автоматизации производственных процессов какого-либо цеха производится путем сравнения полученных показателей этого цеха с утвержденными перспективными показателями, приведенными в выпуске «Укрупненные перспективные показатели уровня механизации производственных процессов основного производства машиностроения» (М. Изд. ВПТИ тяжелого машиностроения, 1963).

** Буквенное обозначение (русскими заглавными буквами) в нижеуказанных формулах приведено по упомянутой методике.

Общая степень охвата рабочих цеха (участка) механизированным трудом C (в процентах) выражается формулой

$$C = C_m + C_{м.р}$$

где $C_m = p^M \cdot 100$ — степень охвата рабочих механизированным трудом, %;

$p_{м.р}$ — степень охвата рабочих механизированно-ручным трудом, %.

Общий уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах Y_m (в процентах) по цеху (участку) выражается формулами:

$$Y_m = Y_{м.т} + Y_{м.р}$$

где $Y_{м.т}$ — уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах, %;

$Y_{м.р}$ — уровень затрат механизированно-ручного труда в общих трудовых затратах, %;

и).

где P_a — количество рабочих во всех сменах в цехе (на участке), занятых механизированным трудом;

K — коэффициент механизации, выражающий отношение времени механизированного труда к общим затратам времени на данном оборудовании или рабочем* месте;

$$Y_{м.р} = \frac{P_a \cdot I}{K}$$

где P_a — количество рабочих во всех сменах на данном рабочем месте, выполняющих работу при помощи ручного механизированного инструмента;

I — коэффициент простейшей механизации, выражающий долю затрат времени механизированно-ручного труда к общим затратам времени рабочего, использующего механизированный инструмент**.

Общий уровень механизации и автоматизации производственных процессов Y (в процентах) цеха (участка) выражается формулами:

$$Y = Y_{п} + Y_{п.р}$$

где $Y_{п}$ — уровень механизации и автоматизации производственных процессов;

$Y_{п.р}$ — уровень простейшей механизации производственных процессов;

$$Y_{п.р} = \frac{P_a \cdot K_{мп}}{2 + P_a \cdot K_{мп}} \cdot Y \quad - [пп]$$

где P_a — количество рабочих, занятых механизированным трудом на данном рабочем месте;

* Средние значения коэффициента K (и нижеследующего коэффициента производительности оборудования P) для всех видов основного производства приводятся в «Сборнике таблиц коэффициентов механизации K и производительности оборудования P » (М. Изд. ВГТИ тяжелого машиностроения, 1963).

** Средние значения коэффициента простейшей механизации I приведены в «Методике укрупненного определения уровня механизации и автоматизации производственных процессов в машиностроении» (М. Изд. ЦБТИ б. Государственного комитета СМ СССР по автоматизации и машиностроению, 1962).

- М — коэффициент обслуживания, выражающий количество единиц оборудования, обслуживаемых одним рабочим (по наибольшей смене);
- П — коэффициент производительности оборудования, равный отношению трудоемкости изготовления детали на универсальном оборудовании с наинизшей производительностью, принятой за базу T_0 , к трудоемкости изготовления этой детали на действующем оборудовании T ;

$$Y_{\text{н.р}} = \frac{2 P_{\text{а.р}} P_{\text{ш}}}{\sum P_{\text{а.р}} K_{\text{МП}}} + P \left(1 - \frac{Y_{\text{м.г}}}{100} \right) \cdot 100,$$

где $E_{\text{а.р}}$ — количество рабочих во всех сменах в цехе (на участке) на данном рабочем месте, выполняющих работу при помощи ручного механизированного инструмента.

ГЛАВА IV. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОМАТИЧЕСКИХ СТАНОЧНЫХ ЛИНИЙ

§ 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБОРУДОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО

Стремление повысить производительность труда, облегчить условия работы на металлорежущих станках и расширить возможности многостаночного обслуживания приводит к необходимости создания специальных механизмов и приспособлений, заменяющих вспомогательные ручные действия рабочих.

Многие из них просты, другие, наоборот, представляют собой сложные устройства или целые установки в виде станков-комбайнов, выполняющих разнообразные работы не только по обработке деталей, но и по контролю, транспортированию и т. п.

Современное направление развития автоматизации технологических процессов — это создание комплексных автоматических линий, цехов и заводов с непрерывным производственным потоком, полностью исключающих применение ручного труда.

Одновременно с работами в этом направлении широко развивается автоматизация отдельных узлов универсальных и других станков, осуществляемая посредством специальных механизмов для автоматического включения подачи суппорта, быстрого подвода к заготовке и отвода от нее режущего инструмента, быстрого отвода каретки, автоматической загрузки станка, автоматического контроля в процессе работы и т. д. Механизмы такого рода часто могут изготовить сами заводы.

Комплексная автоматизация производственного процесса в виде автоматических линий станков, автоматических цехов и заводов является наиболее прогрессивным современным достижением технологии и организации производства.

Автоматические линии представляют собой систему устройств, состоящую из группы взаимосвязанных между собой синхронно работающих станков, транспортных механизмов и приборов, посредством которых согласованно, в определенной последовательности и в установленное соответствующими режимами для каждой позиции время, без участия рабочих выполняются операции технологического процесса по обработке исходного материала или заготовок (или по сборке изделий, перемещению или перебазированию полуфабриката и контролю в процессе обработки).

В массовом производстве, как отмечалось выше, применяются два различных принципа осуществления технологического процесса.

первый принцип предусматривает дифференциацию технологического процесса на элементарные операции;

второй принцип заключается в концентрации операции технологического процесса.

Второй принцип применяется в автоматических поточных линиях

чаще, чем первый, так как он дает наибольшую технико-экономическую эффективность.

В зависимости от назначения, характера технологического процесса, степени автоматизации автоматические линии имеют разнообразную структуру и различное конструктивное оформление.

Исходный материал может вводиться в автоматическую линию, а готовое изделие сходить с линии штучными заготовками, порциями (по весу или объему) и непрерывно. По этому признаку автоматические линии делят на девять классов (табл. 21).

Т а б л и ц а 21

Ввод исходного материала в автоматическую линию	Выход готового изделия с автоматической линии		
	штучно, отдельными деталями	порциями	непрерывно
Штучными заготовками	I	IV	VII
Непрерывно	II	V	VIII
	III	VI	IX

Примечание. Римские цифры обозначают номер класса.

По этой классификации большинство автоматических линий машиностроительного производства относятся к I классу.

При проектировании автоматических линий основными факторами, определяющими характер необходимого оборудования, инструментов и устройств, являются:

- 1) количество деталей, подлежащих обработке в год;
- 2) наиболее рациональный технологический процесс обработки детали;
- 3) форма и размеры детали и ее поверхностей, подлежащих обработке;
- 4) материал, из которого изготавливается деталь, и масса (вес) детали;
- 5) припуск на подлежащих обработке поверхностях детали;
- 6) технические условия и качество обработки детали.

Исходя из характера изготавливаемой детали, разрабатывают возможные варианты технологического процесса, на основе которых устанавливают наиболее целесообразную последовательность операций и наиболее рациональные методы обработки, базовые поверхности, способы фиксации и зажатия при установке детали.

Режимы обработки устанавливаются в зависимости от рода материала детали, ее жесткости, размеров обрабатываемых поверхностей и такта работы линии.

Автоматические линии применяются для обработки цилиндрических деталей (валов, втулок, колец), корпусных деталей (блоков цилиндров, коробок передач), зубчатых колес, деталей сложной конфигурации, деталей из листового материала и др.

В зависимости от характера применяемого оборудования автоматические линии могут быть разных видов:

- линии универсальных станков, состоящих из однотипных и разнотипных станков;
- линии специальных станков, состоящих только из специальных или из специальных и универсальных станков;
- линии агрегатных станков, предназначенные обычно для обработки корпусных деталей (блоков) и головок цилиндров для автомобильных двигателей, коробок передач и т. п.;
- станки-комбайны, представляющие собой автоматическую линию, осуществленную в виде одного станка, выполняющего ряд последовательных операций обработки определенной детали;

линии автоматического производства с полным циклом изготовления деталей, включающим агрегаты для литья и термической обработки, приборы для контроля и сортировки, устройства для окраски и упаковки (автоматические заводы для изготовления поршней, поршневых колец, поршневых пальцев и др.).

В состав автоматических линий для механической обработки деталей большей частью входит следующее оборудование и устройства:

- 1) металлорежущие станки, автоматы и агрегаты для выполнения технологических операций;
- 2) механизмы для фиксации и зажатия изготавливаемой детали на рабочих позициях в требуемом для обработки положении;
- 3) устройства для транспортирования детали от станка к станку и для возврата приспособлений-спутников к месту их загрузки;
- 4) механизмы для поворота детали, если это требуется по характеру обработки;
- 5) устройства для загрузки деталей и устройства (магазины, бункеры) для накопления деталей и питания последующих участков линии;
- 6) устройства для удаления стружки;
- 7) приборы и аппаратура для контроля и сортировки деталей;
- 8) аппаратура управления.

При выборе типов и определении количества станков следует стремиться к использованию возможно меньшего количества оборудования путем применения многоинструментных и многопозиционных станков, много-резцовых полуавтоматов и автоматов. В автоматических линиях из агрегатных станков следует применять силовые многошпиндельные головки для одновременной двух- или трехсторонней обработки одной, двух и более одинаковых деталей.

При распределении технологических операций по отдельным позициям линии следует стремиться к тому, чтобы продолжительность работы инструментов на станках была примерно одинаковой; это необходимо для более полного использования инструментов. Выравнивание времени работы инструментов достигается разными способами: повышением и понижением режимов резания на лимитирующих операциях; расчленением длительных операций на несколько частей, например сверление глубоких отверстий по частям, последовательно на нескольких позициях (на первой позиции сверлится часть длины отверстия, на второй — следующая часть и т. д.), двустороннее (встречное) сверление; применением комбинированного инструмента и т. п.

Позиции в автоматических линиях, через которые проходит изготавливаемая деталь, имеют разные назначения:

- рабочие позиции служат для выполнения операции обработки;
- контрольные позиции — для проверки правильности размеров, получаемых после обработки;

- холостые позиции — для поворота детали на определенный угол (90° 180°) при необходимости обработки ее с разных сторон;

- позиции, обеспечивающие необходимые разрывы между станками, исходя из их габаритов и необходимости иметь площадь для обслуживания, наладки и ремонта станков;

- позиции для очистки от стружки.

Подлежащая обработке деталь, подходя к рабочей позиции, фиксируется на базовой поверхности, закрепляется и обрабатывается; после обработки она перемещается на следующую позицию.

Количество позиций (операций) устанавливается при разработке технологического процесса в зависимости от характера обработки и применяемого оборудования, количества одновременно используемых инструментов, необходимости контрольных операций и ряда других технологических факторов.

При распределении и концентрации операций по позициям необходимо

обеспечить синхронность работы по отдельным операциям, удобное обслуживание и наблюдение, требование жесткости системы станок — инструмент — деталь, возможность полного удаления стружки.

При выборе баз для обработки детали на автоматической линии необходимо стремиться обеспечить соблюдение принципа постоянства основной базы, а также обеспечить совмещение основной и измерительных баз, возможное число перемен положения изготавливаемой детали, возможность автоматической фиксации положения деталей, а также удобство транспортирования и защиты базовых поверхностей от попадания на них стружки.

Для достижения указанных целей при обработке деталей на автоматических линиях часто используются искусственные базы в виде дополнительных, специально изготовленных у деталей элементов, не требующихся для ее эксплуатации. Предварительная обработка базовой поверхности у корпусных деталей (а иногда и у других) обычно производится на станках, не входящих в автоматическую линию.

Режущий инструмент для обработки деталей должен обладать высокой стойкостью и большой производительностью.

При назначении операций по позициям следует обеспечить возможность выполнения бесподналадочной и планово-периодической смены инструментов блоками. Замена инструмента должна производиться в перерывы работы линии, через определенные заранее установленные промежутки времени, по возможности длительностью не менее 3,5 часа, так как частая замена инструмента вызывает значительные простои линии.

Количество станков в автоматической линии определяется в зависимости от числа технологических операций, их продолжительности и программы; линия может состоять из нескольких (3—5) или нескольких десятков (30—40 и более) станков.

Затрата времени на выполнение каждой отдельной операции всего технологического процесса, равная оперативному времени, должна быть примерно одинаковой и равной величине такта или кратной величине такта, что необходимо для синхронизации выполнения операций и обеспечения непрерывной работы линии. Оперативное время $t_{оп}$ равно сумме основного (машинного) времени t_0 и вспомогательного $t_{в}$, т. е. $t_{оп} = t_0 + t_{в}$; оно включает время для обработки детали t_0 , время для подхода и отхода инструмента (силовых головок), время для зажатия и освобождения детали, время на перемещение ее на следующую позицию — $t_{с}$.

Так, например, при обработке головки блока цилиндров легкового автомобиля затрачивается время:

на подвод головки	3—4 сек
» фиксацию и зажим головки.....	5 сек
» выдержку на упоре и отвод головки .	6 »
» отжим и расфиксацию головки.....	5 »
» поворот стола.....	5 »
» движение транспортера вперед.....	6 »
» » » назад.....	6 »

Если какая-либо операция требует оперативного времени, превышающего величину такта, то соблюдение необходимого такта может быть достигнуто сокращением машинного времени или вспомогательного или того и другого. Сокращение или выравнивание машинного времени по операциям достигается подбором соответствующих режимов резания и режущего инструмента, обладающего высокими режущими свойствами и допускающего большую скорость резания металла. Уменьшение вспомогательного времени может быть получено (если это возможно) за счет ускорения подвода и отвода инструмента, перемещения обрабатываемой детали.

Если оперативное время какой-либо операции значительно превышает величину такта, то соблюдение необходимого такта работы линии может быть достигнуто делением операции на части, выполненные на двух или

жим детали, отвод и подвод инструмента (силовых головок) — можно представить в виде циклограммы, наглядно отражающей затрату времени на каждом станке в соответствии с величиной такта.

На рис. 78 в качестве примера показана циклограмма работы автоматической линии для обработки головок цилиндра тракторного двигателя, состоящей из 14 станков; такт работы линии равен 3,5 мин. Как видно из циклограммы, оперативное время операции на станке А-253 близко подходит к величине такта, и, таким образом, эта операция является лимитирующей, а станок загружен (по времени) полностью, остальные станки не загружены.

Количество станков, необходимое для выполнения операции на каждой позиции автоматической линии ζ_a , определяется исходя из величины оперативного времени и такта выпуска $t_{\text{вып}}$ (который, как сказано выше, может быть равен оперативному времени лимитирующей операции t_a):

$$1/a = \frac{t_a}{t_{\text{вып}}} \quad \text{или} \quad \frac{t_a}{t_{\text{вып}}} = \frac{1}{\zeta_a}$$

Производительность линии устанавливается исходя из величины такта выпуска деталей с линии (или из величины оперативного времени лимитирующей операции, которая, как сказано выше, будет величиной такта выпуска).

Часовая производительность всей линии (т. е. количество деталей, выпускаемых в час) определяется по формуле

$$\Lambda_{\Gamma \text{ ч}} = \frac{\Lambda}{\zeta_{\text{вып}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{вып}}} \quad (190)$$

где Λ — часовой номинальный фонд рабочего времени автоматической линии, мин (60 мин) или сек (3600 сек);

$\zeta_{\text{а.л}}$ — коэффициент, учитывающий использование номинального фонда времени для фактической работы линии (примерно $\zeta_{\text{а.л}} = 0,80$ – $0,82$);

$t_{\text{вып}}$ — такт выпуска деталей с автоматической линии, мин;

Λ — часовой действительный фонд рабочего времени, мин или сек.

Если в автоматической линии одновременно обрабатываются не одна деталь, а несколько (Λ), то в формуле, в числителе, вводится значение Λ и формула (190) приобретает вид

$$\Lambda_{\Gamma \text{ ч}} = \frac{\Lambda}{\zeta_{\text{вып}}} \cdot \frac{1}{t_{\text{вып}}} \quad (191)$$

В среднесерийном производстве осуществляется обработка деталей, схожих по конструкции и с размерами в определенном диапазоне, на переналаживаемых групповых автоматических линиях. Применение автоматических линий из станков с программным управлением позволит автоматизировать обработку схожих по конструкции деталей разных размеров в широких пределах.

Примерами переналаживаемых автоматических линий являются действующие линии для обработки валов и роторов электродвигателей и одно-венцовых зубчатых колес.

Для фиксации и зажатия деталей, изготавливаемых на автоматических линиях, состоящих из агрегатных станков, применяются специальные приспособления. Если деталь имеет предварительно обработанную поверхность, которая может служить базой и плоскостью скольжения, то такая деталь без приспособления перемещается (скользит) от станка к станку по транспортеру; на время обработки в рабочих позициях деталь фиксируется и зажимается в приспособлениях данного агрегата. Если конфигурация детали такова, что ее трудно фиксировать, то деталь устанавливают в специальное подвижное приспособление «спутник», вместе с которым она перемещается от станка к станку; в рабочих позициях это приспособле-

ние фиксируется и зажимается в неподвижных приспособлениях самого агрегата, применяемого для данной операции.

В автоматических линиях, состоящих из агрегатных станков, обрабатываемая корпусная деталь в большинстве случаев базируется по плоскости и двум контрольным отверстиям, например при обработке блока цилиндров автомобильного двигателя. При перемещении от станка к станку блок скользит своей нижней плоскостью по направляющим транспортера.

Способ транспортирования деталей в автоматических линиях зависит от конструкции и размеров деталей, характера применяемого оборудования и методов обработки. В автоматических линиях, состоящих из агрегатных станков, для транспортирования деталей наиболее часто применяется шаговый транспортер, совершающий возвратно-поступательное движение. Для транспортирования деталей в линиях, состоящих из универсальных и специализированных станков, применяются различные транспортные устройства: цепные транспортеры (для деталей сложной формы); многожелобчатые лотки-скаты (для деталей, имеющих форму колец); трубочки, установленные между станками (для шариков и роликов); автоматические «руки» (для деталей, имеющих форму валов, и др.).

§ 2. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Планировка оборудования автоматических линий предопределяется в значительной степени количеством станков и позиций — рабочих, контрольных и холостых, а также количеством одновременно обрабатываемых деталей и способом их транспортирования. В зависимости от этих факторов планировка станков и транспортных устройств автоматических линий при их проектировании должна быть в разных вариантах, из которых выбирается наиболее рациональный. Такой порядок имеет важное значение, так как в дальнейшем производить перепланировку не представляется возможным.

Расположение оборудования автоматических линий в порядке последовательности выполняемых операций изображается на чертежах в плановой и вертикальной проекциях, обычно в масштабе 1 : 100 или 1 : 200. На чертеже линии под изображением каждого станка рекомендуется для наглядности располагать схематичный эскиз технологической наладки и название операции, выполняемой на данном станке. Примеры планировок автоматических линий приведены на рис. 79, 80, 82, 83, 84.

§ 3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

При проектировании автоматических линий из разработанных вариантов технологического и конструктивного оформления выбираются для осуществления оптимальные, обеспечивающие при выполнении заданной производственной программы наибольшую технико-экономическую эффективность.

Критериями эффективности автоматических линий по сравнению с неавтоматизированными технологическими процессами служат следующие технико-экономические показатели (дополнительно см. гл. XXI, § 5.):

- 1) более высокая производительность;
- 2) меньшая себестоимость изготовления деталей;
- 3) быстрая окупаемость вложенных средств;
- 4) значительно меньшее количество обслуживаемого персонала;
- 5) стабильность и улучшение качества обработки;
- 6) меньшая производственная площадь;
- 7) ритмичность выпуска продукции;
- 8) удобство обслуживания, обеспечиваемое централизованным управлением.

По некоторым действующим в СССР автоматическим линиям технико-экономическая эффективность характеризуется по сравнению с показателями обычного массового производства следующими данными:

на автоматических линиях валов и роторов электродвигателей производительность труда повысилась в 6 раз; съем продукции с 1 м² площади увеличился в 1,4 раза; себестоимость продукции снизилась на 35%;

на автоматической линии подшипников качения количество производственных рабочих уменьшилось в 2 раза; продолжительность цикла сократилась с 45 суток до 3 — 5 дней; повысилось качество подшипников (94% составляют подшипники высших классов);

на автоматической линии полной обработки головки цилиндра тракторного двигателя — увеличение выпуска на одного рабочего в год более чем в 7 раз; достигнут выпуск в 1 ч 30 головок;

на автоматическом заводе поршней для автомобильных двигателей общее количество работающих всех категорий уменьшилось в 4,2 раза; общее количество операторов и наладчиков — в 5,3 раза; количество операторов уменьшилось в 16 раз; трудоемкость сократилась в 5,3 раза; продолжительность производственного цикла сократилась в 2 раза, что дает значительное ускорение оборачиваемости оборотных средств; себестоимость детали значительно снизилась.

Автоматические линии, установленные в автомобильной и подшипниковой промышленности, в общем дали следующие показатели: сокращение количества рабочих — в 3 — 5 раз, количества станков — на 50%, производственных площадей — на 20—25%, увеличение выпуска продукции на одного производственного рабочего — в 3—5 раз.

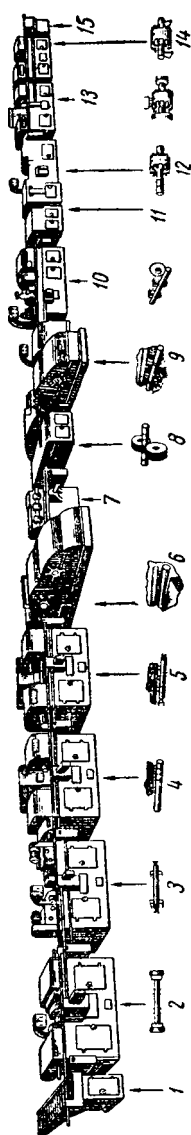


Рис. 79. Автоматическая линия для обработки валов и роторов электродвигателей:

1 — загрузка; 2 — фрезерование торцов вала; 3 — зацентровка вала; 4 — черновое обтачивание со стороны шкива; 5 — черновое обтачивание с другой стороны; 6 — черновое шлифование шеек вала; 7 — привод транспортера; 8 — накатка рифлений; 9 — бесцентровое шлифование; 10 — фрезерование шпоночного паза; 11 — бункер; 12 — запрессовка вала в ротор; 13 — обтачивание ротора по наружной поверхности; 14 — балансировка вала с ротором; 15 — разгрузка

§ 4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ И ЗАВОДОВ

Из числа выполненных и действующих автоматических линий и заводов укажем следующие.

Автоматическая линия для механической обработки валов и роторов электродвигателей (рис. 79). На линии выполняются все операции механической обработки, запрессовка вала в ротор, балансировка вала с ротором, контроль. Порядок технологических операций показан на рис. 79. Линия состоит из типовых станков, которые можно использовать не только в автоматической линии, но и в цехах серийного и массового производства, с ручной загрузкой станков или с загрузкой из магазина. Все станки и транспортные устройства можно перенастраивать на обработку валов разных типоразмеров — длиной от 275 до 523 мм. Перемещение обрабатываемых деталей осуществляется шаговым транспортером. Производительность линии 210—250 тыс. валов в год в зависимости от их размеров. В настоящее время действуют пять таких линий.

Автоматическая линия для механической обработки зубчатых колес. Практика работы переналаживаемой автоматической линии, построенной ЭНИМСом, показала, что можно обрабатывать зубчатые колеса с широким диапазоном диаметров — от 100 до 200 мм, с модулем 1,5—5 мм и диаметром отверстия от 28 до 50 мм.

Переналадка этой линии предусмотрена на 10 типоразмеров зубчатых колес с общей годовой программой в 120 000 шт.

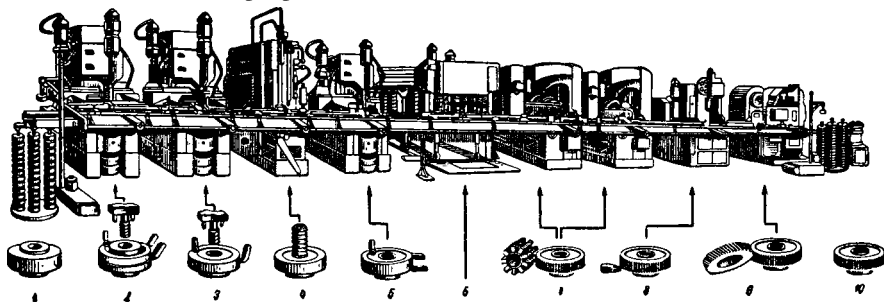


Рис. 80. Автоматическая линия для обработки одновенцовых зубчатых колес:

1 — заготовка; 2 — первая токарная операция; 3 — вторая токарная операция; 4 — протягивание; 5 — чистовая токарная операция; 6 — бункер; 7 — фрезерование; 8 — зубозакручение; 9 — шевингование; 10 — готовое зубчатое колесо

Автоматическая линия делится на две части. Первая из них предусматривает полную наружную обработку зубчатого колеса, вторая — обработку и отделку зубьев.

Общая компоновка автоматической линии и порядок выполняемых технологических операций показаны на рис. 80.

В автоматическую линию встроены три бункера: первый — для заготовок, второй — для полуфабрикатов до обработки зубьев и третий — для готовой продукции.

Промежуточные бункеры служат для того, чтобы обеспечить на определенный отрезок времени независимость первой группы станков от станков по обработке зубьев.

Режущий инструмент во всех случаях, где это возможно, применяется твердосплавный, чтобы обеспечить высокие режимы резания и стойкость инструмента не менее чем 4 часа.

Вследствие сложности замены изношенного инструмента и переналадки

линии на новый тип детали вся предварительная подналадка инструмента, устанавливаемого на станки, производится блоками по индикаторным приспособлениям вне автоматической линии.

Контроль качества обработки производится выборочно также вне линии наладчиками с помощью универсальных и специальных инструментов, а также многомерных контрольных приспособлений.

Автоматическая линия 1A52 для механической обработки корпуса трансмиссии трактора ДТ-24. Корпус трансмиссии трактора показан на рис. 81. Заготовкой для корпуса служит чугунная отливка. На линию заготовка поступает с подготовленными базовыми поверхностями — ими служат нижняя поверхность и технологические отверстия, по которым деталь устанавливается. Зажимается деталь самоустанавливающимися прихватами, управляемыми гидравлическими цилиндрами.

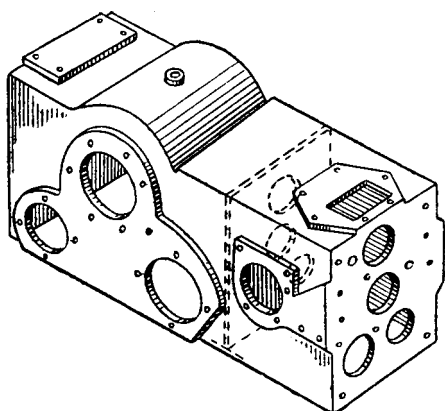


Рис. 81. Корпус трансмиссии трактора

Линия (рис. 82) состоит из четырех участков (/—/V). На линии 15 станков, 451 инструмент, 53 электродвигателя общей мощностью 406 *квт*.

На участке / детали транспортируются в двух параллельных потоках, и обработка их производится двусторонними фрезерными станками, размещенными между потоками. Станки имеют четырехшпиндельные фрезерные головки для одновременной обработки четырех деталей.

При движении фрезерной головки стайка 1 вперед (холостой ход) связанный с ней транспортер перемещает одновременно 12 деталей. Четыре из них он подает в приспособления, две — на поворотные столы, две сдвигает с поворотных столов, а остальные подает на промежуточные позиции.

При движении фрезерной головки назад (рабочий ход) одновременно фрезеруются четыре детали; две начерно и две начисто. При последующем цикле начерно обработанные детали устанавливаются в приспособления для чистового фрезерования, окончательно обработанные перемещаются на промежуточные позиции, а в приспособлении для черновой обработки устанавливаются новые детали.

На поворотном столе 2 детали поворачиваются на 180° и транспортером подаются на станок 3 для обработки противоположной стороны. При движении фрезерной головки станка 3 вперед (холостой ход) связанный с ней транспортер одновременно передвигает восемь деталей, две из которых передает на поперечный транспортер 4. По этому транспортеру детали перемещаются к поворотному столу 5, поворачиваются на нем на 90° и далее подаются на станки 7 и 8 для фрезерования торцовых сторон, на станки 9 и 10 для сверления и развертывания отверстий и на 11 для нарезания резьбы.

На поворотном столе 13 деталь поворачивается на 90° и поступает на станок 14 для сверления отверстий на боковых сторонах. На станке 15 снимаются фаски в отверстиях, несколько отверстий развертываются и одно просверливается. На станках 16 и 17 производится черновое и получистовое растачивание шести больших отверстий и развертывание малых и на станке 18 — нарезание резьбы во всех отверстиях.

Транспортер участка /// перемещает детали на поперечный транспортер 19, с которого они через вспомогательное устройство поступают в поворотный барабан 20. После поворота на 90° деталь на боковой плоскости подается на станок 21 для сверления отверстий на верхней и нижней сторонах, а также внутри детали. На станке 22 снимаются фаски, а на станке 23 нарезается резьба. На этом заканчивается полная обработка детали.

Перед резьбонарезными станками установлены контрольные приспособления 12 (на линии их три) для обнаружения непросверленных отверстий или обломков сверл в отверстиях. Во все нарезаемые отверстия перед нарезанием резьбы выпрыскивается небольшая порция масла специальными насосами, которые работают от пневматических кранов, управляемых электромагнитами.

Управление механизмами линии и подача последовательных команд осуществляются электромеханическими командоаппаратами, находящимися на каждом участке линии и взаимосвязанными между собой. На линии предусмотрена автоматическая уборка стружки со всех участков. Производительность линии—20 деталей в час. Обслуживают линию два оператора: в начале линии—для установки деталей и в конце—для снятия их.

Автоматическая линия для производства роликоподшипников (рис. 83). В этой линии все технологические операции механической и термической обработки колец, сборки, контроля, антикоррозионной обработки и упаковки подшипников полностью автоматизированы. Ролики и сепараторы поступают на линию из других цехов в готовом виде.

Линия состоит из гибко связанных между собой самостоятельных участков: токарных, термических, шлифовальных и контрольно-сборочно-упаковочных. Между участками имеются автоматически действующие магазины для межоперационных заделов. Внутри каждого участка несколько однотипных автоматов работают параллельно на общий транспортер.

В линии применяются новые, прогрессивные методы обработки: термическая обработка холодом, бесцентровое шлифование отверстий, желобов и беговых дорожек, новые принципы сборки, новая технология антикоррозионной обработки, контроля колец и собранных подшипников.

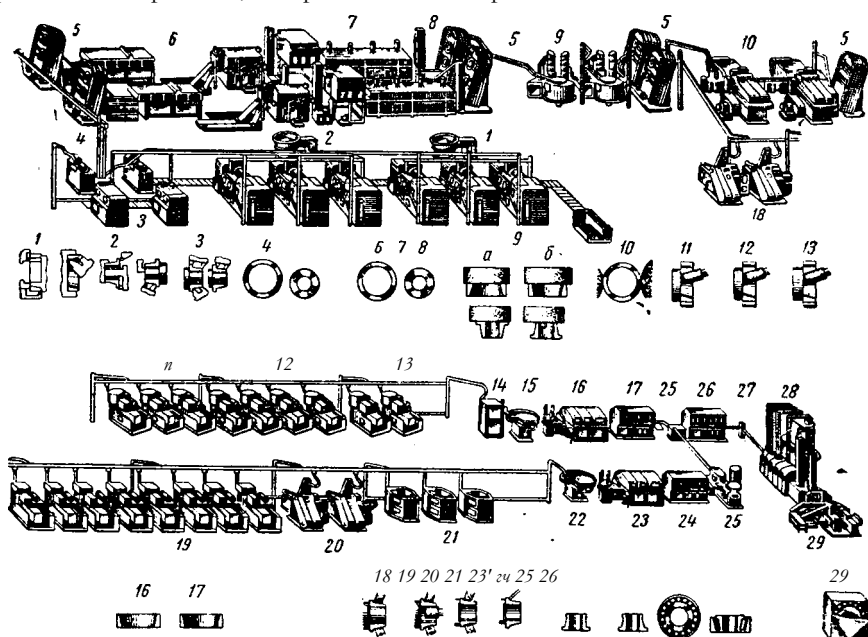


Рис. 83. Автоматическая линия для производства роликоподшипников:

1 — полная токарная обработка наружного кольца; 2 — черновая токарная обработка внутреннего кольца; 4 — клеймение; 5 — магазин задела; 6 и 7 — термическая обработка наружного и внутреннего колец; 8 — визуальный контроль; 9 — плоское шлифование наружного и внутреннего колец (поочередно); а — базового торца; б — противоположной поверхности; 10 — бесцентровое шлифование наружной поверхности наружного кольца; А — черное бесцентровое шлифование дорожки качения наружного кольца; 12 — чистовое бесцентровое шлифование дорожки качения наружного кольца; 13 — бесцентровая доводка дорожки качения наружного кольца; 14 — снятие наката; 15 — визуальный контроль; 16 — промывка и сушка наружного кольца; 17 — автоматический контроль наружного кольца; 18 — черновое бесцентровое шлифование дорожки качения внутреннего кольца; 19 — бесцентровое шлифование отверстия внутреннего кольца; 20 — чистовое бесцентровое шлифование дорожки качения внутреннего кольца; 21 — шлифование опорного борта внутреннего кольца; 22 — визуальный контроль; 23 — промывка и сушка внутреннего кольца; 24 — автоматический контроль внутреннего кольца; 25 — сборка роликоподшипника; 26 — автоматический контроль готового роликоподшипника; 27 — дегмагнитизация роликоподшипника; 28 — антикоррозионная обработка роликоподшипника; 29 — упаковка роликоподшипников

Автоматический завод поршней для автомобильных двигателей (рис. 84). В производстве поршней на заводе-автомате осуществлена комплексная автоматизация всего процесса изготовления этого сложного изделия, начиная с литья и кончая упаковкой. На линиях завода-автомата впервые была решена задача автоматизации плавки металла, кокильной отливки заготовок поршней, термической обработки, консервации и упаковки готовой продукции.

Автоматический завод изготавливает 11 типоразмеров поршней (нормальных и ремонтных) грузовых автомобилей ЗИЛ-150 и ГАЗ-51.

Поршни изготавливаются из алюминиевого сплава АЛ-25; отливка должна иметь твердость по Бринеллю $HВ$ 1154-140 и предел прочности при растяжении не ниже 17 кг/мм^2 (167 МПа/мм^2); цилиндрическая поверхность юбки поршня луженая (покрыта оловом).

Поршни одного типоразмера должны иметь одинаковый вес с допускаемыми отклонениями $\pm 4 \text{ г}$ (0,5% от веса поршня) для поршней ЗИЛ-150 и $\pm 2 \text{ г}$ (0,35% от веса поршня) для поршней ГАЗ-51. Поршни сортируются на группы: по размерам юбки поршня — через 20 мк, по размерам отверстия под палец — через 2,5 мк. Конусность юбки поршня допускается в пределах 0,01—0,05 мм, овальность — до 0,15 мм. Отверстия под

поршневой палец могут иметь отклонения от правильной цилиндрической формы не более 3 МК.

После реконструкции, проведенной с целью устранения недостатков, выявившихся при эксплуатации, завод-автомат выполняет автоматически в определенной последовательности следующие стадии производственного процесса (см. рис. 84).

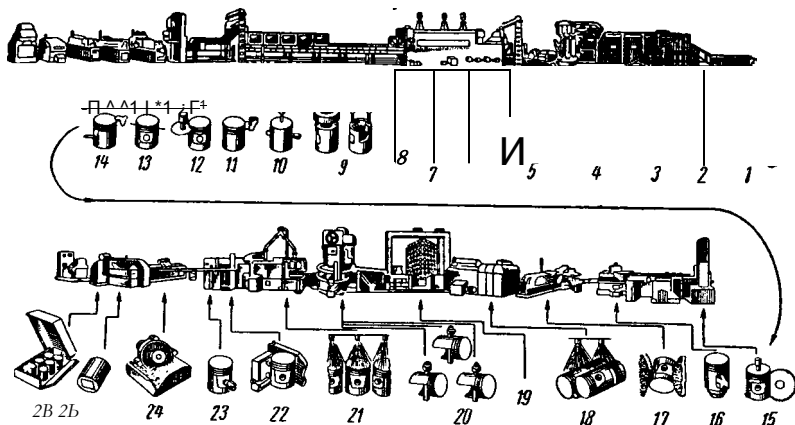


Рис. 84. Автоматический завод поршней для автомобильных двигателей:

1 — загрузка чушек алюминиевого сплава; 2 — плавление, рафинирование и очистка сплава от шлака; 3 — кокшная отливка; 4 — отрезка литейников и возврат их в плавильную печь для переплавки; 5 — загрузка контейнеров поршнями; 6 — термическая обработка; 7 — автоматический бункер; 8 — возврат контейнеров; 9 — обработка базовых поверхностей (одновременно у двух деталей); 10 — черновое растачивание и зацентровка (одновременно четырех деталей); 11 — черновое обтачивание (одновременно четырех деталей); 12 — фрезерование горизонтальной прорези (одновременно у четырех деталей); 13 — сверление десяти смазочных отверстий в каждой детали (одновременно у четырех деталей); 14 — чистовое обтачивание (одновременно четырех деталей); 15 — разрезание юбки и срезание центральной бобышки (одновременно у четырех деталей); 16 — подгонка веса поршней (одновременно у двух деталей) путем удаления лишнего металла на внутренней стороне юбки; 17 — окончательное шлизование на автоматическом бесцентрово-шлифовальном станке (одновременно четырех поршней); 18 — автоматический бункер; 19 — обработка отверстий под поршневой палец (тонкое растачивание отверстий; растачивание канавок под стопорные кольца; развешивание отверстий); 20 — обработка отверстий диаметров и конусности юбки и сортировка на размерные группы; 21 — контроль формы и размеров отверстий под палец и сортировка на размерные группы; 22 — крытие поршней антикоррозионной смазкой (консервация); 23 — завертывание в водонепроницаемую бумагу (пергамент); 24 — набор комплекта поршней, формирование картонной коробки, заклейка ее и выдача

Автоматизация разнохарактерных технологических процессов изготовления поршней и автоматизация межоперационного транспорта для передачи деталей с одной позиции обработки на другую осуществляются на специально сконструированном высокопроизводительном оборудовании. Автоматизированы все вспомогательные процессы. Стружка, образующаяся при обработке деталей резанием, удаляется за пределы цеха специальным транспортом.

В некоторых местах между рабочими агрегатами встроены бункеры-накопители межоперационных заделов, автоматически по мере надобности осуществляющие приемку, хранение и выдачу полуфабрикатов.

Дистанционное наблюдение за работой агрегатов и непрерывный автоматический учет основных производственных показателей осуществляются с диспетчерского пульта, оборудованного сигнальными табло.

Агрегаты всего завода связаны между собой системой электрического управления и снабжены блокировочными устройствами, выключающими соответствующие агрегаты при отклонении от нормального хода производственного процесса. Одновременно с остановкой агрегата над ним автоматически включается световое сигнальное устройство, и этот сигнал дублируется на диспетчерском пункте. Кроме того, ряд устройств автоматически регулируют некоторые параметры производственного процесса: температура химический состав, давление и т. д.

Каждая из двух действующих комплексных автоматических линий завода-автомата состоит из 28 единиц оборудования с общей установленной мощностью 857 *квт* и занимает площадь 960 ж^2 . Коэффициент использования оборудования 0,77; цикла действия 40 *сек* на 4 поршня.

§ 5. РОТОРНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

В последние годы получили применение роторные автоматические линии, представляющие собой систему рабочих машин и вспомогательных механизмов для обработки деталей в процессе их непрерывного перемещения вместе с обрабатывающим инструментом.

Роторные автоматические линии служат для обработки металлов, пластмасс и других материалов резанием и давлением, для термохимических, сборочных, контрольных и других операций технологического процесса, деталей несложных конфигураций.

Роторная автоматическая линия состоит из операционных рабочих роторов, выполняющих технологические операции, и транспортных роторов, осуществляющих межоперационное перемещение деталей. Рабочие и транспортные роторы располагаются в технологической последовательности и соединяются общим синхронным приводом. На рабочем роторе по образующей цилиндра равномерно расположены обрабатывающие инструменты, которые связаны с индивидуальными исполнительными органами (например, с ползунами, со штоками гидравлических или пневматических цилиндров), сообщающими этим инструментам необходимые рабочие движения. На транспортном роторе аналогично расположена смонтированная группа несущих органов (захватов, присосов и т. п.).

Технологический процесс обработки расчленяется на отдельные элементарные операции, каждая из которых выполняется на отдельном роторе. Количество рабочих роторов в линии соответствует числу операций, на которые расчленен технологический процесс.

Обработка деталей на таких линиях производится непрерывным потоком (без остановок), т. е. деталь непрерывно передается с одного рабочего ротора на второй, на третий и т. д. до тех пор, пока не пройдет через все рабочие роторы линии. Все станки и агрегаты линий обычно выполняются вертикального типа.

Производительность рабочих роторов не зависит от длительности операции; это позволяет обеспечить одинаковую производительность на всех операциях, что весьма эффективно при комплексной автоматизации. Одинаковая производительность всех роторных машин, предназначенных для объединения в общую линию, достигается благодаря различным числам рабочих позиций и инструментов на каждом роторе: на роторах для непродолжительных операций их меньше, на роторах для длительных операций — соответственно больше. Длительность операционного цикла в роторных машинах определяется делением длины рабочего участка ротора на его транспортную окружную скорость.

Такт работы роторной линии t_p определяется делением расстояния (шага) l между деталями в роторе на окружную скорость ротора a , т. е.

$$t_p = \frac{l}{a} \text{ — мин.} \quad (192)$$

Теоретическая производительность линии, равная производительности каждого ротора в отдельности, вычисляется по формуле

$$A_z = z_1 a_1 = z^{\wedge} u = z_3 n_3 = \dots = z_m n \quad (193)$$

где N_T — теоретическая производительность линии, *шт/мин*;
 $z_1, z_2, z_3, \dots, z_m$ — число деталей на роторе, равное числу его позиций;
 $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m$ — число оборотов в минуту ротора;
 m — количество роторов.

Действительная (эксплуатационная) производительность роторной линии уменьшается по сравнению с теоретической из-за потерь, связанных

с использованием общего времени работы линии. Эти потери учитываются коэффициентом $\eta = 0,7-0,8$. Таким образом, действительная производительность автоматической роторной линии ($\Delta \Gamma_{\Delta}$) равна

$$\Delta \Gamma_{\Delta} = \#T^* \alpha. \quad (194)$$

На рис. 85, а показана схема общего вида вращающегося ротора 1 с неподвижным копиром 3 и перемещающимися ползунами 2 с роликами 4.

На рис. 85, б показан типичный узел одной из роторных машин для определения вытяжки колпачка 3. Этот узел состоит из корпуса 5, смонтированных в нем матриц, ползуна 6, несущего пуансон 4. Обработанная деталь 1 выталкивается кверху. Вертикальное, прямолинейное движение ползуна 6 с пуансоном 4 осуществляется путем взаимодействия ролика 9,

шток 7, перемещающихся при вращении ротора 10, с корпусом 5 по кривой неподвижного двустороннего копира 8.

Автоматическая роторная линия (рис. 86) состоит из рабочих роторов 3, на которых производится операция обработки, питающего ротора 1, подающего заготовки, транспортных роторов 2, осуществляющих межоперацион-

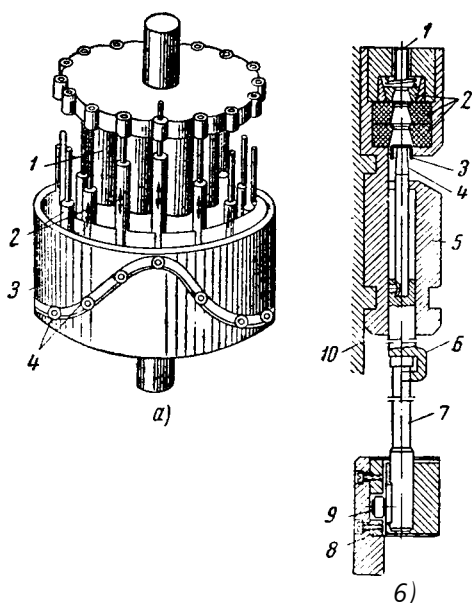


Рис. 85. Узлы роторных линий:
а — вращающийся ротор; б — узел роторной машины для вытяжки колпачка

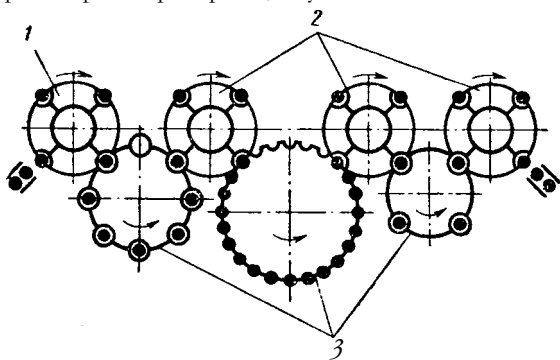


Рис. 86. Схема автоматической роторной линии

ную связь между рабочими роторами 3 и поштучную передачу обрабатываемых деталей с одной операции на другую.

Все роторы приводятся в действие от одного привода. На каждой роторной машине осуществляется лишь одна операция, и деталь обрабатывается в процессе совместного непрерывного транспортирования детали и инструмента.

Транспортные роторы 2, кроме своей основной функции, применяются для изменения или исправления положения деталей, для удаления брака, изменения ориентации деталей, встряхивания стружки и т. п.

ГЛАВА V. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

§ 1. ЗНАЧЕНИЕ И ОБЪЕМ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Сборочные работы являются заключительным этапом в производственном процессе, на котором из отдельных деталей и узлов собираются готовые изделия. Качество сборочных работ значительно влияет на эксплуатационные качества машины, на ее надежность и долговечность.

Собранное изделие — машина — при недостаточно точном соединении отдельных деталей, даже если они изготовлены с заданной точностью, не будет обладать необходимыми эксплуатационными качествами и надежно работать. Поэтому в производстве сборочные работы имеют первостепенное значение. К этому следует добавить, что и объем сборочных работ весьма значителен; так, например, трудоемкость сборочных работ в сельскохозяйственном машиностроении составляет 20—30% общей трудоемкости изделия, а по некоторым машинам трудоемкость сборочных работ доходит до 40—50% общей трудоемкости. Трудоемкость сборочных работ по грузовым и легковым автомобилям и тракторным двигателям приведена в табл. 8.

Соотношение времени, затрачиваемого на сборочные работы и механическую обработку деталей, зависит от вида производства и методов сборки. Время на сборочные работы в процентах от времени на механическую обработку в среднем примерно составляет:

в единичном и мелкосерийном производстве	40—50%
среднесерийном »	30—35%
крупносерийном »	20—25%
массовом »	<20%

§ 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА И СОСТАВ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Основой для проектирования сборочного цеха является его производственная программа, составленная исходя из производственной программы завода, включающая (в виде приложений) спецификации поступающих в цех узлов и деталей, чертежи сборочных и общих видов узлов и изделий, технические условия на приемку и испытания изделий.

Производственная программа сборочного цеха должна содержать наименование собираемых машин и узлов, вес (массу) каждого узла, годовой выпуск, выраженный количеством узлов (или комплектов) и весом в тоннах, включая запасные части.

В спецификациях поступающих на сборку деталей и узлов указываются наименование, номер, количество на одно изделие и наименование цеха, из которого узел или деталь поступает в сборочный цех.

На чертежах сборочных и общих видов, необходимых для проектирования технологических процессов сборки, должны быть указаны допуски на линейные и угловые размеры, определяющие взаимное расположение

деталей, конструктивные зазоры, а также особые требования, касающиеся сборки машины.

На чертежах должны быть даны все проекции и разрезы, необходимые для полного понимания и ясного представления конструкций собираемых узлов и целой машины.

Технологический контроль сборочных чертежей, предусматривающий выполнение указанных требований, имеет целью проверить, обеспечивают ли они возможность рациональной сборки и наличие всех необходимых для сборки сведений, обуславливающих ее правильность.

Проектирование сборочных цехов мелкосерийного и серийного производства, когда производственная программа цеха состоит из обширной и разнообразной номенклатуры, ведется *по приведенной программе*. Для составления приведенной программы все подлежащие сборке машины распределяются на группы по конструктивной и технологической схожести. В каждой группе выбирается наиболее типичная машина, которая является расчетным представителем для всех машин, входящих в данную группу. Для этой расчетной машины (представителя) разрабатывается технологический процесс сборки с нормированием времени на каждую сборочную операцию.

Трудоемкость сборки каждой машины, входящей в данную группу, определяется по трудоемкости расчетной машины, умноженной на коэффициент приведения. *Коэффициент приведения* выражает отношение трудоемкости сборки расчетной машины к трудоемкости каждой машины, входящей в данную группу. Этот коэффициент устанавливается в зависимости от соотношения весов и габаритных размеров машин, серийности выпуска и сложности их сборки.

При проектировании сборочных цехов серийного производства по приведенной программе технологические процессы сборки с технологическими картами разрабатывают только для расчетных машин, а для остальных машин составляют операционные ведомости, намечающие общий ход технологического процесса, с определением затраты времени по коэффициентам приведения.

При проектировании сборочных цехов единичного производства технологические карты сборки не разрабатывают, а составляют только операционные ведомости.

Проектирование сборочных цехов поточно-массового и поточно-серийного производства ведется *по точной программе* с разработкой технологических карт и нормированием времени на каждую операцию как для общей, так и для узловой сборки.

Состав сборочных цехов определяется характером выпускаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

В единичном, мелкосерийном и серийном производствах узловая и общая сборка производится в сборочных цехах или сборочных отделениях механосборочных цехов. В крупносерийном и массовом производствах узловая сборка изделий производится в конце поточных линий или в тех отделениях механического цеха, где обрабатываются детали данных узлов. В этом случае осуществляется принцип законченного цикла производства данного узла, включающего механическую обработку деталей и сборку узла; общая сборка машины выполняется в сборочном цехе. Производство автомобилей и тракторов ведется обычно по этому принципу.

В состав сборочного цеха входят: а) производственные отделения или участки; б) вспомогательные отделения или участки; в) служебные помещения; г) бытовые помещения.

К производственным отделениям (участкам) относятся отделения (участки) слесарной обработки (при единичном и мелкосерийном производстве), узловой и общей сборки, окраски, сушки, обкатки, испытания и упаковки готовых изделий.

В состав вспомогательных отделений (участков) входят участки технического контроля, промежуточные склады деталей и узлов, склад вспомогательных материалов, инструментально-раздаточная кладовая, мастерская цехового механика, экспедиция, иногда склад готовой продукции.

К служебным помещениям относятся помещения для технической части цеха, конторы и административно-технического персонала. В состав бытовых помещений входят комнаты для принятия пищи, гардеробные, умывальные, душевые, уборные и др.

§ 3. СТАДИИ СБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СБОРКИ

Многие детали, перед тем как их направить на место сборки всей машины, соединяют с другими деталями, при этом образуется узел. Узел может состояться или только из отдельных деталей, или из отдельных деталей и деталей, предварительно соединенных вместе (до постановки их в узел). Такие предварительно соединенные детали образуют простейшее соединение, называемое «подузел». Соединение нескольких узлов составляет «агрегат» или «механизм»; первое название применяется, например, в авто-тракторостроении. Это соединение осуществляется или непосредственно деталями, входящими в узлы, или при помощи отдельных деталей, служащих для соединения узлов.

Из агрегатов (механизмов), узлов и отдельных деталей собирают целое изделие — машину.

Каждое из указанных соединений представляет собой конструктивно-сборочную единицу той или иной степени сложности. При описанной выше последовательности соединений «подузел» представляет собой конструктивно-сборочную единицу первой степени сложности, «узел» — конструктивно-сборочную единицу второй степени и «агрегат» («механизм») — конструктивно-сборочную единицу третьей степени сложности. Целое изделие в зависимости от его сложности может быть расчленено на большее или меньшее количество конструктивно-сборочных единиц.

Сборочный процесс, таким образом, состоит из следующих стадий:

1. Слесарная обработка и пригонка; применяется преимущественно в единичном и мелкосерийном производствах; в серийном производстве применяется в незначительном размере; в массовом производстве эта стадия отсутствует.

2. Узловая (или предварительная) сборка — соединение деталей в подузлы, узлы, агрегаты (механизмы).

3. Общая (или окончательная) сборка — сборка всей машины.

4. Регулировка — установка и выверка правильности взаимодействия частей машины.

В узловую и общую сборку могут входить следующие основные операции: а) крепление деталей; б) сборка деталей неподвижных; в) сборка деталей движущихся; г) сборка деталей вращающихся; д) сборка деталей, передающих движение; е) разметка для сборки (в единичном и мелкосерийном производствах); ж) взвешивание и балансирование деталей и узлов; з) установка станин, рам, плит, корпусов.

Для наглядного представления, удобства планирования и выполнения сборочного процесса следует составлять его графическую схему. Пример такой схемы представлен на рис. 87. Схема показывает, из каких деталей составляются простейшие соединения — подузлы, далее — узлы и из каких узлов и деталей собираются агрегаты (механизмы), идущие на общую сборку машины. На схеме у кружков, обозначающих детали, указаны номера деталей; в обозначениях узлов становятся номера узлов и в обозначениях агрегатов (механизмов) — литеры (или номера) агрегатов (механизмов).

На рис. 88 показана технологическая схема сборки задней бабки токарного многолезцового станка, а на рис. 89 — технологи-

ческая схема сборки автомобильного двигателя, построенная по другой форме.

В зависимости от того, какую по степени сложности конструктивно-сборочную единицу выпускает завод в качестве готовой продукции, изделие можно расчленить на большее или меньшее число промежуточных сборочных соединений, наименование которых должно приниматься в соответствии со степенью их сложности.

Если машина имеет сложную конструкцию, то составить на нее общую сборочную схему бывает трудно ввиду большого количества деталей и соединений; в таких случаях следует составлять схемы сборки отдельных узлов и агрегатов и схему сборки всей машины из узлов, агрегатов и отдельных деталей.

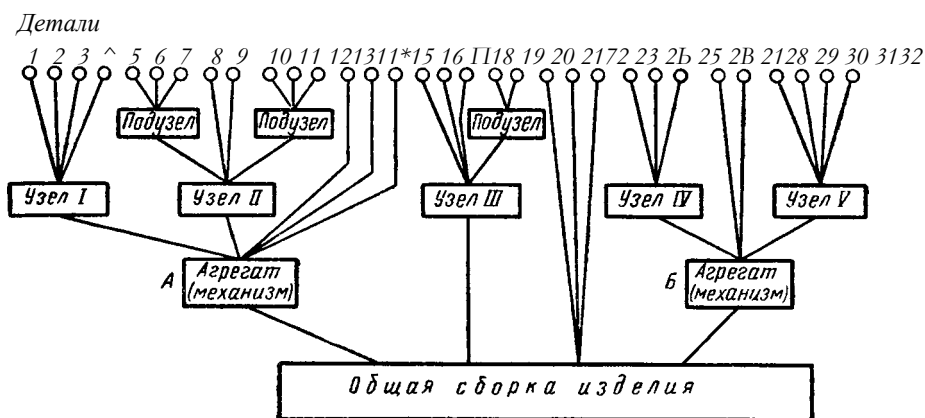


Рис. 87. Схема сборочного процесса

Расчленение на агрегаты, узлы, подузлы и отдельные детали зависит от конструктивных особенностей машины. Поэтому для каждого типа машин это расчленение может иметь своеобразный и условный характер; общих правил расчленения различных машин на отдельные соединения не может быть; каждое такое расчленение применимо только для данного типа машины.

При расчленении конструкции изделия на отдельные сборочные единицы надо руководствоваться следующими основными положениями:

- 1) выделение того или другого соединения в сборочную единицу должно быть возможным и целесообразным как в конструктивном, так и в технологическом отношении;
- 2) должна быть обеспечена правильная технологическая связь и последовательность сборочных операций;
- 3) на общую сборку должны подаваться в возможно большем количестве предварительно скомплектованные сборочные единицы и в возможно меньшем количестве — отдельные детали;
- 4) общая сборка должна быть максимально освобождена от выполнения мелких сборочных соединений и различных вспомогательных работ.

Пропускная способность сборочного цеха зависит от **времени** нахождения машины на сборочном месте (стенде): чем меньше это время, тем больше пропускная способность. Уменьшение времени пребывания машины на сборочном месте (стенде) достигается:

- 1) обработкой деталей по принципу взаимозаменяемости, исключаящей ручную слесарную обработку и подгонку размеров деталей по месту;
- 2) применением в возможно большей степени предварительной сборки деталей в узлы, в агрегаты вне места общей сборки всей машины;

- 3) обеспечением во избежание простоя сборщиков своевременной подачи деталей, узлов и других сборочных соединений, материалов, инструментов и приспособлений к сборочному месту;
- 4) возможно более широким применением специальных приспособлений и инструментов в целях уменьшения затрат времени на выполнение сборочных операций и облегчения работы;
- 5) установлением наиболее точных норм времени на все сборочные работы в зависимости от характера и методов выполнения сборочных операций;
- 6) применением поточного метода сборки для уменьшения времени на сборку всей машины, если это возможно по характеру производства.

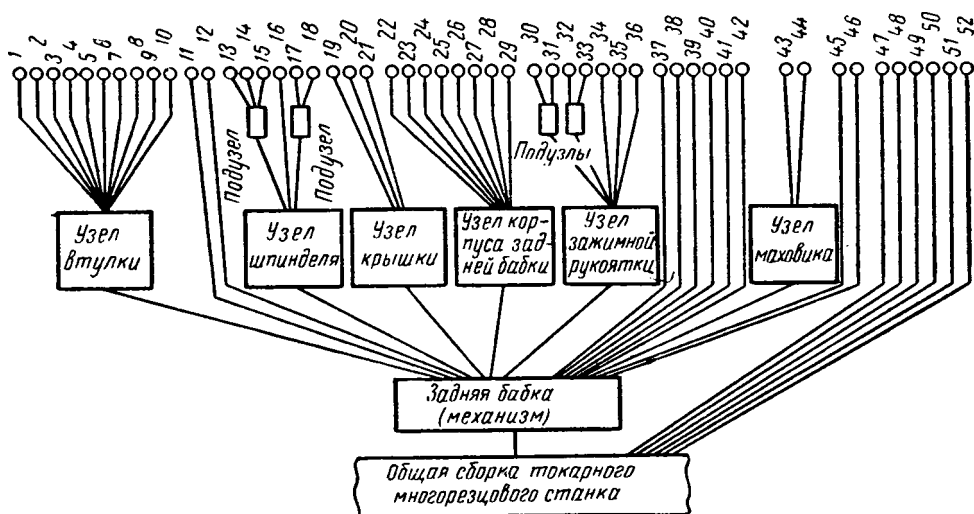
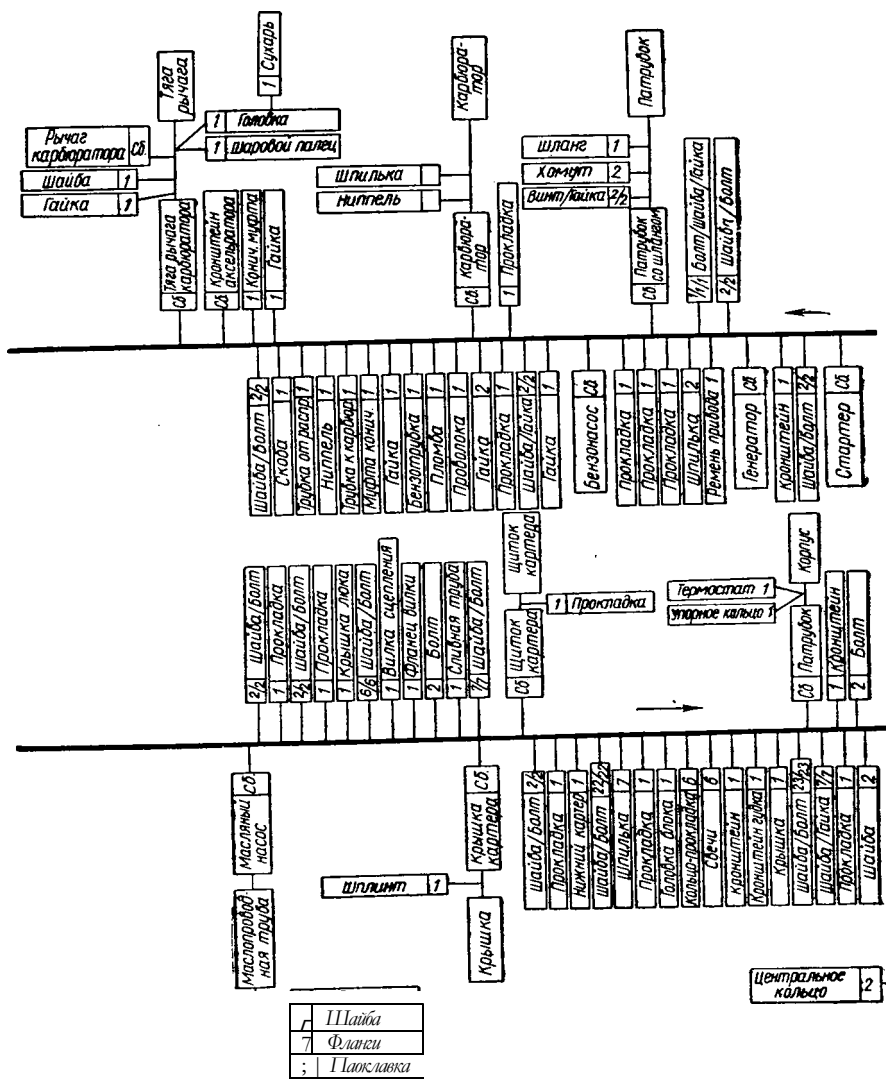


Рис. 88. Технологическая схема сборки задней бабки токарного многорезцового станка:

У—втулка (1 шт.); 2—шарикоподшипник радиальный, однорядный (2 шт.); 3— втулка (1 шт.); 4—шарикоподшипник упорный одинарный (1 шт.); 5—кольцо (1 шт.); 6—пружина (3 шт.); 7—втулка (1 шт.); 8— шарикоподшипник радиальный, однорядный (1 шт.); 9 — шайба (1 шт.); 10 — гайка (2 шт.); 11— прокладка (1 шт.); 12 — центр (1 шт.); 13 — шпиндель; 14 — гайка (1 шт.); 15 — установочный винт (2 шт.); 16 — винт (1 шт.); 17 — трапецевидный винт (1 шт.); 18 — цилиндрический штифт (1 шт.); 19 — крышка шпинделя (1 шт.); 20 — уплотняющее кольцо (1 шт.); 21 — винт с цилиндрической головкой (3 шт.); 22 — корпус задней бабки (1 шт.); 23 — шпонка (1 шт.); 24 — винт с потайной головкой (2 шт.); 25 — винт с цилиндрической головкой (4 шт.); 26 — болт (3 шт.); 27 — шайба (3 шт.); 28 — установочный винт (2 шт.); 29 — установочный винт (2 шт.); 30 — зажимная рукоятка (1 шт.); 31 — шарик (1 шт.); 32 — вилка (1 шт.); 33 — конический штифт (3 шт.); 34 — натяжной болт (1 шт.); 35—ось вилки (3 шт.); 36—установочный винт (1 шт.); 37—гайка (1 шт.); 38 — шайба (1 шт.); 39 — зажимное кольцо (1 шт.); 40 — фланец (1 шт.); 41— винте цилиндрической головкой (3 шт.); 42 — шпонка (1 шт.); « — маховик (1 шт.); 44 — ручка (1 шт.); 45 — шайба (1 шт.); 46 — гайка (1 шт.); 47— проставная скоба (1 шт.); 48 — проставная скоба (1 шт.); 49 — проставная скоба (1 шт.); 50 — шайба (2 шт.); 51 — гайка (2 шт.); 52 — винт (2 шт.)

Необходимо стремиться к замене ручных слесарных работ различными механизмами. Применение таких механизмов значительно повышает производительность труда, облегчает труд рабочего, улучшает качество работы и дает возможность выполнять ее рабочим более низкой квалификации.

В качестве механизмов, заменяющих ручную слесарную работу, применяются: электрические опиловочно-шлифовальные машины переносного типа; электрические и пневматические сверлильные ручные машины; механические станки для притирки клапанов и клапанов; механические и пневматические пилеры; электрические и пневматические зубила и молотки; электрические и машинные отвертки; динамометрические ключи; одно- и многошпиндельные гайковерты; клепальные машины — подвесные и стационарные (пневматические, пневмогидравлические, электрогидравлические); прессы — ручные, механические (кривошипные), пневматические, гидравлические — для запрессовки втулок, пальцев, шкивов, маховиков, зубчатых колес и др.



сборки автомобильного двигателя
деталей; сб. — в сборе)

Точно так же можно в значительной степени облегчить и ускорить выполнение сборочных операций с помощью специальных приспособлений: для установки и соединения деталей; для крепления базовых деталей собираемых узлов; для съёмки с валов зубчатых колес, шкивов, маховиков; для выемки втулок из цилиндров; для подъема деталей при сборке — скобы, захваты и др.; для провертывания валов при сборке двигателей внутреннего сгорания, паровых машин, компрессоров; для перемены положения собираемых изделий, например для перевертывания и повертывания блоков цилиндров, автомобильных рам, коробок скоростей и др., для проверки перпендикулярности оси шатуна к оси поршневого пальца; правильности расположения кулачков распределительного вала; правильности расположения оси цилиндров и т. д.; для регулирования клапанов двигателей в виде дисков с градусными делениями; приспособления для определения размеров камер сжатия; для предварительного сжатия пружин, рессор и т. п. для гидравлических испытаний к измерительным инструментам, допускающим возможность промеров в труднодоступных местах.

Как уже указывалось, необходимо путем использования механизированного инструмента добиваться уменьшения времени на ручные работы, которые применяются в значительных размерах при единичном и мелкосерийном производстве и которых не всегда удается избежать при серийном производстве.

Необходимо также шире применять предварительную узловую сборку и подавать на общую сборку возможно меньшее количество отдельных деталей с целью сокращения времени на общую сборку на стенде.

Примерное соотношение затрачиваемого времени на отдельные стадии сборочного процесса при серийном производстве машин средних размеров следующее (в % от общего времени на сборку):

слесарная обработка деталей	до 10%
узловая сборка »	50—60%
общая сборка на стенде.....	40—30%

§ 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ. НОРМИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ

А. Содержание и структура технологического процесса сборки

До начала разработки технологического процесса сборки необходимо изучить конструкцию собираемой машины, условия ее работы и технические условия ее приемки и испытания.

На основе изучения конструкций собираемых узлов и целой машины составляется схема сборки, определяющая взаимную связь и последовательность соединения отдельных элементов, узлов, агрегатов (механизмов) и целого изделия.

В связи с этим весь технологический процесс сборки разбивается на отдельные последовательные стадии: сборка узлов, сборка агрегатов (механизмов), общая сборка, которые в свою очередь расчлениются на отдельные последовательные операции, переходы, приемы. Операция может выполняться при нескольких установках.

О п е р а ц и е й называется часть сборочного процесса, осуществляемая по какому-либо узлу или машине одним или несколькими рабочими на одном рабочем месте. Операция состоит из переходов.

П е р е х о д — часть операции, которая вполне закончена, не может быть раздроблена и выполняется без смены инструментов одним или несколькими рабочими одновременно. Переход состоит из приемов.

П р и е м о м называется часть перехода, состоящая из ряда простейших рабочих движений, выполняемых одним рабочим.

Под установкой понимается придание определенного положения собираемым деталям и соединениям. Операция может выполняться при нескольких установках.

При разработке технологического процесса поточной сборки необходимо определить вначале такт сборочных работ, так как расчленение технологического процесса на отдельные операции зависит от такта сборки; затрата времени на отдельные операции (трудоемкость) должна быть равной или кратной величине такта.

Если по характеру производства деталям, прошедшим механическую обработку, требуется окончательная доделка ручным способом (придание нужных размеров и формы), то такие работы должны предшествовать сборке.

При разработке технологического процесса сборки для каждой операции, перехода и других частей сборочного процесса должно быть дано описание характера работ и способов их выполнения; должен быть указан необходимый инструмент и приспособления, определены потребное количество времени, количество рабочих и их квалификация. Время, потребное на выполнение отдельных операций сборки узлов и агрегатов (механизмов), и сроки подачи их вместе с деталями к местам общей сборки должны быть установлены так, чтобы был обеспечен бесперебойный ход сборочного процесса. Таким образом, технологический процесс сборки определяет длительность сборки изделия, количество рабочих, потребное на отдельные операции и на всю сборку, время на все сборочные работы, сроки подачи деталей, узлов и агрегатов (механизмов).

Б. Нормирование времени сборочных операций

Одним из основных факторов, определяющих технологический процесс сборки, является время, требующееся на выполнение сборочных операций. Структура нормы времени на сборочные операции аналогична структуре нормы на станочные работы. Норма штучного времени на сборочные операции состоит из:

- 1) основного (технологического) времени;
- 2) вспомогательного времени;
- 3) времени на обслуживание рабочего места;
- 4) времени перерывов на физические потребности и отдых.

Время на отдых включается только в том случае, если оно регламентировано условиями работы, вызывающими утомляемость. Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время. Кроме того, предусматривается подготовительно-заключительное время, которое устанавливается на всю партию узлов или изделий и не зависит от количества штук в партии.

Сумма штучного и подготовительно-заключительного времени на один узел (или изделие) составляет штучно-калькуляционное время.

В массовом производстве, когда на рабочем месте повторяются одни и те же сборочные операции и рабочий не выполняет никаких подготовительных работ, подготовительно-заключительное время в норму рабочего не входит. Основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное время определяется по нормативным данным, разрабатываемым на основе изучения и анализа опытных хронометражных материалов передовых предприятий в соответствии с определенными организационными условиями производства. Время обслуживания рабочего места и перерывов на физические потребности принимается в процентном отношении к оперативному времени.

При сборочных работах время на обслуживание рабочего места составляет примерно 2—3% от оперативного времени (в зависимости от оборудования).

Время перерывов на физические потребности и отдых принимается* равным примерно 2—5% от оперативного времени.

Аналогично станочным работам норма времени для сборочных работ выражается следующими формулами:

штучное время $t_{шт}$ на выполнение одной операции сборки узла или изделий

$$t_{шт}^{\wedge} = t_0 + t_{об} + t_{ф}^* \text{ мин}, \quad (195)$$

оперативное время / $t_{оп}$ на выполнение одной операции сборки узла или изделия

$$t_{од} = t_0 + t_{об} \text{ мин}. \quad (196)$$

Здесь t_0 — основное (технологическое) время, мин;

— вспомогательное время, мин;

$t_{об}$ — время на обслуживание рабочего места, мин;

* — время на отдых и физические потребности, мин.

Если время на обслуживание рабочего места и физические потребности выразить в зависимости от оперативного времени, то формулу (195) можно представить в следующем виде:

$$t_{шт} = t_0 + (t_0 + t_{об}) \cdot 100' + V \gg 100', \quad (197)$$

или

$$+ + \quad \text{<981}$$

или

$$t_{шт} = t_{оп}(1 + t_{ф}^*) \text{ мин}, \quad (199)$$

где p — процент от оперативного времени, соответствующий времени на обслуживание рабочего места;

u — процент от оперативного времени, соответствующий времени на физические потребности и отдых.

Общее время на сборку всего узла или изделия равно

$$T_{шт} = \sum_{i=1}^m t_{шт}^i \quad \text{Λ200}$$

где m — число сборочных операций.

Время на сборку серии (партии) узлов или изделий T_n равно

$$T_n = T_{шт} \cdot n + T_{пз} \cdot \text{мин}. \quad (201)$$

Штучно-калькуляционное время на один узел или изделие

$$T_k = T_{шт} + \dots \quad (202)$$

где n — количество узлов или изделий в серии (партии);

$T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время на всю операцию (партию) узлов или изделий, мин.

При проектировании сборочных процессов (особенно единичного, мелкосерийного и серийного производств) нормирование сборочных работ обычно производится по практическим данным передовых заводов, выпускающих аналогичные изделия, причем эти данные корректируются с учетом применения более совершенных технологических методов и улучшения организационных форм производства. Более точное определение нормы времени на сборочные работы ведется на основании детальных расчетов

по отдельным переходам и приемам. Использование нормативных материалов облегчает и ускоряет нормирование сборочных работ.

При укрупненном проектировании определение затраты времени на слесарную обработку двух подобных деталей и на сборку двух подобных узлов или машин можно производить методом сравнения по соотношению

т. е. принимать затрату времени прямо пропорциональной их весам.

Здесь T_1 время (известное) на слесарную обработку первой детали или сборку первого узла или машины;
время (неизвестное) на слесарную обработку второй детали или на сборку второго узла или машины;

g_1 — вес первой детали или первого узла или машины (величина известная);

g_2 — вес второй детали или узла или машины (величина также известная).

(Подробнее об определении затраты времени методом сравнения см. главу III, § 5, п. А.)

В. Технологическая документация процесса сборки

Технологический процесс сборки оформляется в виде карт, схем, графиков, которые являются основными расчетными документами. Формы карт, применяемые в практике заводов, различны, но часто они слишком упрощены и не отражают необходимых факторов сборочного процесса.

Для каждой стадии сборки [сборки узлов, агрегатов (механизмов), общей сборки машины] разрабатывается технологический процесс, рассчитанный на операции, переходы и приемы. В соответствии с этим и карты должны составляться для каждой стадии сборочных работ, причем они могут составляться либо для каждой стадии сборки отдельно, либо комплексно, с охватом всех ее стадий.

В картах сборочных работ для каждой стадии излагаются все факторы технологического процесса. Карты должны содержать: наименование машины, годовой выпуск машин; число машин в серии; разбивку всех работ по стадиям сборки; наименование и описание операции и перехода для каждой стадии сборки; указание, какие требуются приспособления, инструменты, принадлежности, такт сборки — для поточного производства; количество деталей в партии — для серийного производства; время на выполнение отдельных операций, общее нормировочное время на всех рабочих, выполняющих данную операцию; разряды, квалификации рабочих, конструктивные зазоры для сочленений деталей, которые должны быть выдержаны при сборке; эскизы, иллюстрирующие сборочные операции, приспособления, способы закрепления троса или цепи для подъема и поворачивания изделия.

§ 5. ВИДЫ СБОРКИ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

А. Виды сборки

Различают три вида сборки:

- а) по принципу индивидуальной пригонки;
- б) по принципу полной взаимозаменяемости;
- в) по принципу неполной взаимозаменяемости путем индивидуального и группового подбора.

Сборка по принципу индивидуальной пригонки применяется в единичном и мелкосерийном производствах. Детали после меха-

нической обработки, выполняемой без применения предельных калибров, подвергают слесарной обработке для получения окончательной формы и размеров, после чего пригоняют по месту опиливанием, припабриванием, притиркой, шлифованием, развертыванием и т. д.

Сборка по принципу полной взаимозаменяемости применяется в крупносерийном и массовом производствах. При этом детали обрабатывают в механическом цехе по предельным калибрам и станочные операции являются окончательной стадией обработки для придания деталям нужной формы и размеров. Отделочные станочные операции (шлифование, механическая доводка и притирка и пр.) обеспечивают надлежащее сопряжение поверхностей. Такие детали получают взаимозаменяемыми и идут прямо на сборку через промежуточный склад.

Если при сборке деталь ставится на место без предварительной сортировки или подбора к другой детали, с которой она сопрягается, и при этом получается соединение с необходимой и удовлетворяющей посадкой без какой-либо приладки и пригонки, то такая сборка называется сборкой с полной взаимозаменяемостью деталей. При такой сборке возможна организация поточного сборочного процесса.

Сборка, при которой надлежащая посадка соединяемых деталей, изготовленных также по предельным калибрам, но с большими допусками, осуществляется путем предварительного подбора их по размерам, называется сборкой с не полной взаимозаменяемостью.

Подбор деталей по размерам, обеспечивающим при соединении необходимую посадку, производится из любых деталей, изготовленных в пределах установленного допуска и поступивших на сборку (индивидуальный подбор), или, что применяется чаще, путем предварительной рассортировки деталей на размерные группы в пределах того же допуска (групповой подбор). Такая сборка также применяется в крупносерийном и массовом производствах.

Сборка с полной взаимозаменяемостью вызывает необходимость обрабатывать детали в механическом цехе с более узкими пределами допускаемых отклонений размеров, что удорожает механическую обработку, затраты же на сборочные работы при этом уменьшаются.

Сборка деталей, обладающих неполной взаимозаменяемостью, дает возможность обрабатывать их в механическом цехе с относительно большими допускаемыми отклонениями размеров, что уменьшает себестоимость механической обработки. При этом себестоимость сборочных работ повышается, так как детали необходимо подбирать и сортировать на размерные группы.

Сборку с неполной взаимозаменяемостью можно производить и путем применения жестких или регулируемых компенсаторов данной размерной цепи — соединения; в качестве жестких компенсаторов могут служить прокладки, кольца, втулки или одна из собираемых деталей, размер которой пригоняется дополнительной обработкой. Подобный способ сборки применяется в единичном, мелкосерийном и серийном производствах.

Б. Формы организации сборочных работ

Методы сборки.

По формам организации работы сборка подразделяется на два вида: стационарную и подвижную.

С т а ц и о н а р н а я с б о р к а выполняется группой рабочих (бригадой) на одном неподвижном месте, к которому подаются все детали и узлы.

При **п о д в и ж н о й** с б о р к е изделие перемещается от одного рабочего места (станции) к другому и находящиеся постоянно на этих местах рабочие выполняют одну и ту же повторяющуюся операцию; при этом к каждому рабочему месту, на котором имеется соответствующий инстру-

мечт и приспособления, подаются детали и узлы, необходимые для данной операции.

Указанные формы организации сборочных работ применяются при разных видах производства: стационарная — в единичном и серийном производствах, а для отдельных узлов — в массовом; подвижная — в серийном и массовом. Выполнение процесса общей сборки при этих формах организации работ может осуществляться различными методами.

Первый метод сборки заключается в том, что машина полностью собирается из отдельных деталей одной бригадой сборщиков от начала до конца. Этот метод, применяемый при стационарной сборке, присущ единичному (индивидуальному) производству и поэтому называется индивидуальным. При единичном производстве детали не являются взаимозаменяемыми, поэтому при сборке всей машины приходится производить подгонку размеров деталей по месту их сопряжения с другими деталями.

Время, затрачиваемое на сборку всей машины, обычно бывает длительным, что обусловлено особенностями этого метода: план сборки разрабатывается схематично или иногда намечается самими сборщиками; необходимость припасовки и пригонки деталей вносит неопределенность в установление времени, потребного на сборку. В результате применения такого метода затраты на сборку получают значительными. Указанные особенности характеризуют данный метод как несовершенный и поэтому во всех случаях, где это возможно по характеру производства, следует отказываться от него и переходить на другие, более экономичные методы работы.

Второй метод заключается в том, что машина собирается одной бригадой рабочих из отдельных деталей и узлов, предварительно собранных другими рабочими, не входящими в состав бригады, производящей общую машину, вне места (стенда) общей сборки. Таким образом, здесь имеет место частичная дифференциация сборочного процесса. Этот метод является более производительным, так как детали предварительно собираются в узлы, благодаря чему машина меньше простаивает на стенде общей сборки. Здесь может быть проведена специализация рабочих, собирающих узлы, и тем самым сокращено время на сборку узлов; кроме того, квалификация рабочих может быть использована лучше как на сборке узлов, так и на сборке всей машины. Этот метод применяется при стационарной сборке в серийном производстве.

Третий метод заключается в том, что процесс сборки дифференцируется на отдельные операции, причем каждая из них выполняется на одном определенном рабочем месте (подвижном или неподвижном) определенным рабочим или группой рабочих в одинаковый (по возможности) промежуток времени с соблюдением определенного такта сборки, что создает непрерывность (поточность) процесса сборки. Этот метод применяется в массовом и серийном (преимущественно крупносерийном) производствах, когда сборка ведется по принципу потока.

§ 6. СТАДИИ СБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

А. Узловая сборка машин

Слесарная обработка деталей, широко применяемая при единичном и мелкосерийном производствах, производится на верстаках, к которым прикрепляются тиски.

Верстаки должны иметь выдвижные неглубокие ящики для хранения инструмента или вкладные лотки с гнездами для каждого инструмента. Инструмент должен храниться рассортированным по видам, причем для каждого вида должно быть отдельное место. Такая система хранения позволяет избежать лишней потери времени на подыскание инструмента.

При точных и мелких работах, когда слесарь работает сидя, не следует все пространство под крышкой верстака заполнять ящиками; не-

обходимо оставлять место для ног работающего. Верстак должен быть настолько прочным, чтобы во время работы он не дрожал и не перемещался. На верстаках располагают тиски в ряд на таком расстоянии одни от других, чтобы слесари, работающие по соседству, не стесняли друг друга. Площадь верстака, отведенная для каждого рабочего места, должна быть достаточной для расположения инструмента, чертежа, материала, деталей—оконченных и ожидающих обработки; поэтому промежуток между осями тисков должен быть не менее 1250—1500 мм, причем меньший размер принимается при работе с мелкими деталями. Длина верстаков делается в зависимости от длины площади, отводимой для их установки; чрезмерно длинные, многоступенчатые верстаки неудобны, так как производимая на некоторых тисках грубая и тяжелая работа вследствие ударов и сотрясений затрудняет выполнение более точной работы на других тисках.

Очень удобны двусторонние четырехместные верстаки, на которых устанавливаются по двое тисков с каждой стороны; такие верстаки снабжаются предохранительными сетками, отделяющими одну сторону от другой.

Для точных (например, лекальных) работ удобны одиночные верстаки, которые для придания им большей устойчивости делаются металлическими, с верхней деревянной крышкой.

Размеры слесарных верстаков принимаются следующие: ширина одно-сторонних 750—800 мм, двусторонних 1300—1400 мм; высота 850—900 мм.

Сборка узлов и агрегатов (механизмов) может быть стационарной или подвижной в зависимости от вида производства, размера производственной программы, характера конструкции и размеров собираемых узлов и агрегатов (механизмов).

Стационарную сборку узлов и агрегатов можно вести на обычных слесарных верстаках, на столах и специальных устройствах; подвижную сборку этих соединений можно производить на рольгангах, конвейерах, специальных транспортных устройствах.

Около верстаков и столов для слесарной обработки деталей и сборки узлов необходимо предусматривать установку нескольких сверлильных станков (предпочтительно радиально-сверлильных) для сверления отверстий и нарезания резьбы, выполняемых при сборке, а также прессов для выполнения неподвижных соединений деталей.

Количество рабочих мест при стационарной сборке узлов и агрегатов определяется по приводимой ниже формуле (205), по которой рассчитывается количество стендов для стационарной сборки машин индивидуальным и частично дифференцированным методами.

Все технологические расчеты, относящиеся к стационарной, а также подвижной сборке узлов и агрегатов, производятся аналогично расчетам общей сборки целой машины, осуществляемой таким же методом.

Б. Общая сборка машин

Общая сборка машин может быть стационарной и подвижной в зависимости от вида производства, объема производственной программы, характера конструкций и размеров собираемых машин. Стационарная форма организации работы применяется при индивидуальном, частично дифференцированном и дифференцированном (поточном) методах сборки. Подвижная форма организации работы применяется только при дифференцированном — поточном методе сборки.

Стационарная сборка

Стационарная сборка машин в зависимости от их характера и конструкции производится: а) непосредственно на полу (необорудованная площадка); б) на оборудованных стендах; в) на фундаментах; г) на параллелях; д) на сборочных станках.

На рис. 90 и 91 показаны два типа станков для сборки легких двигателей, один из них (рис. 91) дает возможность вращать двигатель при сборке для придания ему различных положений.

Пропускная способность сборочного станда, т. е. количество машин, собираемых в год на одном станке, при стационарной сборке индивидуальным и частично дифференцированным методами определяется по формуле

$$\frac{P_{CT}}{M_{CT}} \cdot \frac{1}{\gamma_{CT}} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \frac{1}{T_c} \cdot P_{д.ст} \quad (204.)$$

где P_{CT} — номинальный годовой фонд времени станда для одной смены, ч\

γ_{CT} — коэффициент, учитывающий простой станда из-за ремонта;

μ — число рабочих смен в сутки;

T_c — нормировочное время на общую сборку машины, ч\

$P_{д.ст}$ — действительный годовой фонд времени станда для одной смены, ч.

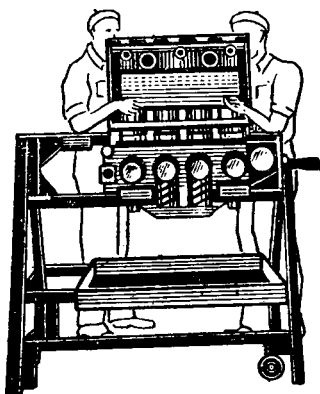


Рис. 90. Станок для сборки двигателя

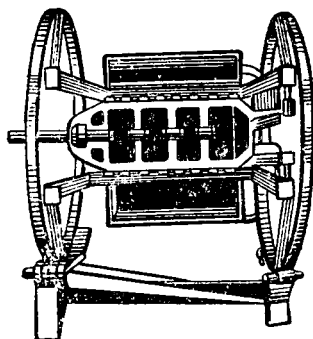


Рис. 91. Станок для сборки двигателя, допускающий вращение двигателя при сборке

Количество стандов, необходимых для стационарной общей сборки годового количества машин индивидуальным и частично дифференцированным методами $C_{сб}$, определяется по формуле

$$M_{пр} = \frac{\Delta 1_{пр} \cdot T_c \cdot M_{нр} \cdot T_c}{\Delta 1_{ст} \cdot P_{н,мк,} - P_{д-СТ} \cdot T_c} \quad (оп'т* \quad 1')$$

где $M_{пр}$ — количество машин по годовой программе.

Действительный годовой фонд времени станда исчисляется в зависимости от принятого режима работы в цехе. Обычно проектирование сборочных цехов ведется на две, редко на три смены.

Для оборудованных стандов стационарной сборки необходимо учитывать время на ремонт: при работе в одну смену — 2% от номинального фонда времени ($\&_{ст}=0,98$), при работе в две смены — 3% ($\&_{ст}=0,97$), при работе в три смены 4% ($\&_{ст}=0,96$).

Для необорудованных стандов (площадок) действительный годовой фонд времени равен номинальному годовому фонду времени (фонды времени см. табл. 22).

Стационарная форма организации работы при дифференцированном методе сборки (т. е. при поточном) применяется для изделий большого веса и поэтому малотранспортабельных (см. далее «Стационарная поточная сборка»).

Годовое число часов номинального и действительного (расчетного) фондов
времени для стационарной и конвейерной сборки при 5-дневной
и 41-часовой рабочей неделе

Продолжительность рабочей недели в часах	Количество календарных дней в году	Количество смен, m	Продолжительность смены в часах	Количество рабочих дней в году	Количество дней отгула в году	Количество праздничных дней в году	Количество сокращенных рабочих дней в праздничные* < ные дни на 1 час	Номинальный годовоой фонд времени в часах $\langle \tau \rangle_T$	Для стационарной сборки				Для конвейерной сборки		
									для не-обору-дован-ных СТЕНДОВ	для оборудован-ных СТЕНДОВ			ремонта	коэффициент A_T	действительный годовоой фонд времени в часах $\langle \tau \rangle_{д.т.}^*$
										действительный годовоой фонд вре-мени в часах $\langle \tau \rangle_{д.т.}^*$	простой из-за ре-монта в %	$\frac{H}{C_e}$ на аппа-рате в %			
41	365	1	8	260	97	8	6	2070	2070	2	0,98	2030	2	0,98	2030
41	365	2	8+8	260	97	8	6	4140	4140	3	0,97	4015	3	0,97	4015
41	365	3	8+8+7	271	86	8	6	6210	6210	4	0,96	5960	4	0,96	5960

Поточная сборка

Поточной называется сборка, при которой работа идет непре-
рывно и собранные готовые изделия выходят с линии периодически через
определенный промежуток времени (такт). Поточная сборка подразделяет-
ся на два вида:

- 1) поточная сборка на подвижных стендах, или поточная подвижная
сборка;
- 2) поточная сборка на неподвижных стендах, или поточная неподвиж-
ная сборка.*

Поточная сборка применяется в массовом, крупносерийном и серийном
производствах, а также и в мелкосерийном производстве крупных изделий
большого веса (неподвижная поточная сборка, см. далее).

Для осуществления сборки по поточному принципу необходимо вы-
полнение следующих условий:

1. Обеспечение взаимозаменяемости деталей, при которой исключает-
ся пригонка деталей по месту.
2. Расчленение всего сборочного процесса на отдельные операции (по
возможности одинаковые или кратные по времени их выполнения), что
должно обеспечить синхронизацию операций и создать определенный темп
(такт) для получения непрерывности потока собираемых изделий.
3. Для каждой операции должно быть точно определено количество
рабочих с указанием квалификации работы, соответствующей характеру
операций, количество приспособлений и инструментов для выполнения
данной операции.
4. Обеспечение регулярной и своевременной (до начала соответствующей
операции) доставки к сборочным местам комплектов деталей и узлов, а
также принадлежностей, приспособлений, инструментов и материалов.
5. Организация работы поточной линии должна быть разработана
подробно и четко.

Сложность наладки поточной сборки окупается в дальнейшем темп
преимуществами, которые она дает, а именно: рабочие специализируются
на выполнении определенных операций; время на выполнение каждой опе-
рации благодаря специализации рабочих требуется значительно меньшее;
сборка обходится дешевле, а значит, себестоимость изделия снижается;
пропускная способность сборочного цеха значительно повышается; выпуск
изделий производится более регулярно; квалификация рабочих исполь-
зуется лучше, так как они распределяются по операциям соответственно
сложности последних; площадь цеха требуется меньшая.

Подвижная поточная сборка производится на транспортных устройствах различного вида: а) на роллгангах (роликовых столах); б) на рельсовых и безрельсовых тележках, перемещаемых вручную; в) на рельсовых тележках, соединенных между собой и образующих тележечный конвейер, приводимый в движение электродвигателем; г) на ленточных, пластинчатых и подвесных круговых конвейерах; д) на специальных сборочных конвейерах, приспособленных для сборки определенного изделия; е) на обычных двухрельсовых путях, по которым перемещается собираемая машина на своих колесах (например, вагон, локомотив) или на колесах, временно прикрепленных к ней; ж) на подвесных однорельсовых путях; з) на карусельных столах.

Процесс поточной подвижной сборки расчленяется на простейшие операции, требующие малой и примерно одинаковой затраты времени для выполнения; для каждой операции устанавливается определенное рабочее место и определенный рабочий (или группа рабочих) выполняет только

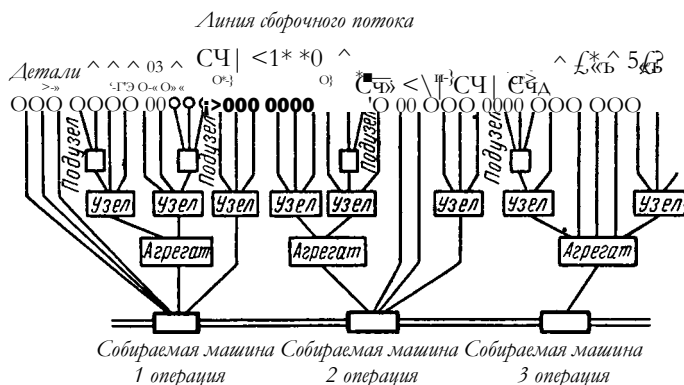


Рис. 92. Схема поточной сборки с подвижным объектом

одну операцию. Изделие, находящееся на транспортирующем устройстве — конвейере, перемещается; рабочий (или группа рабочих) выполняет свою операцию, когда изделие подойдет к его (их) рабочему месту. При этом подача изделия, т. е. движение конвейера, может быть непрерывным или периодическим — прерывным от одного рабочего места до другого (от станции до станции). В первом случае, т. е. при непрерывной подаче изделий, рабочие выполняют свои операции во время движения конвейера, пока изделие проходит зону рабочего места; при этом скорость движения конвейера должна соответствовать времени, необходимому для выполнения рабочими своих операций, и, значит, величине такта выпуска.

Во втором случае, т. е. при периодической подаче изделия, операция выполняется рабочими в период остановки конвейера; продолжительность остановки соответствует времени, необходимому для выполнения операций на каждом рабочем месте; таким образом, продолжительность остановок конвейера и время на передвижение собираемого изделия от одного рабочего места до другого (от одной станции до другой) должны в сумме соответствовать величине такта выпуска.

Движение конвейера — непрерывное или периодическое — принимается в зависимости от размера производственной программы, такта выпуска, характера собираемых изделий, трудоемкости и сложности сборочных операций и других технологических факторов. Так, например, в автомобиль- и тракторостроении, где годовой выпуск однотипных машин достигает значительных размеров, для сборки применяется непрерывное движение конвейера; в станкостроении, где годовой выпуск однотипных станков значительно меньше, — периодическое.

При поточной сборке для упрощения и ускорения выполнения сборочных операций широко применяется предварительное соединение деталей в узлы, агрегаты, которые в готовом виде ставятся на машину. Схема поточной сборки с подвижным объектом изображена на рис. 92.

Разработка технологического процесса сборки при поточном методе играет важную роль; план сборки разрабатывается подробно, четко и точно, так как малейшая задержка на каком-либо этапе работ приведет к разладке всего процесса. Распределение работ должно быть проведено по всем рабочим местам и с такой точностью, чтобы сборочный процесс протекал равномерно, с установленным тактом.

Как уже указывалось, сборочный процесс должен быть расчленен на простейшие операции, близкие (или кратные) по времени их выполнения. Достигнуть синхронизации сборочных операций, т. е. приведения операционного времени в соответствие с величиной такта сборки, можно различными технологическими и организационными мероприятиями, к числу которых относятся:

- 1) увеличение количества рабочих на данной операции, если по характеру операции это возможно*;
- 2) применение специальных приспособлений и инструментов, сокращающих затрату времени на выполнение сборочных операций;
- 3) предварительное соединение деталей в узлы (если это возможно), что значительно уменьшает время на выполнение операции общей сборки;
- 4) объединение (укрупнение) операций при малой затрате времени на смежные операции или расчленение (разукрупнение) трудоемкой операции на две или более, если она требует затраты времени больше величины такта;
- 5) организация работы на параллельных рабочих местах линии сборочного потока, в том случае, если время на выполнение операции значительно превышает величину такта.

Количество рабочих мест, на которых параллельно выполняется одинаковая операция в поточной линии, определяется по формуле

$$^1B \tag{206}$$

где z — число параллельных рабочих мест;
 T_A — время операции более длительной, чем такт потока, *мин* \ /_в — такт выпуска, *мин*.
 Так, например, если для выполнения первой операции на рабочем месте A требуется 5 *мин*,

второй операции	на рабочем месте B требуется	5 <i>мин</i>
третьей »	» » B »	15 »
четвертой >	» » Γ » 5 »	
пятой *	» > A *	5 » и т. д.,

то для выполнения третьей операции, чтобы не нарушить такт потока, необходимо установить три рабочих места, на которых параллельно будет производиться работа. На рис. 93 изображена схема потока для такого случая: здесь для третьей операции сборки изделия будут задерживаться на рабочих местах B_{1V} B_2 , B_3 по 15 *мин*, поступая на них поочередно через каждые 5 *мин*, сначала одно изделие с места B поступает на место B_{1V} через 5 *мин* второе изделие — на место B_2 , еще через 5 *мин* третье изделие — на место B_3 , через последующие 5 *мин* на месте B_1 закончится операция, длившаяся 15 *мин*, и изделие направится на место Γ , а взамен него на место B_1 поступит новое изделие; в том же порядке протекает процесс на местах B_2 и B_3 . Изделия с этих мест по окончании операции будут выходить поочередно через каждые 5 *мин*, т. е. такт всего потока будет соблюден.

* Определение количества рабочих на одну операцию см. далее в этой главе.

Такт выпуска изделий, т. е. промежуток времени, через который выходит собранное изделие с поточной линии, определяют исходя из годового выпуска изделий (или суточного, или часового выпуска) по формулам

$$T_{\text{П}} = \frac{60 P_{\text{П}} K_{\text{р}} K_{\text{а}} m}{M} \text{ мин} > \tag{207}$$

или

$$T_{\text{П}} = \frac{3600 \Gamma_{\text{Г}}}{K_{\text{р}} K_{\text{а}} m} \text{ мин}, \tag{208}$$

где 4 — такт выпуска изделий с поточной линии, мин;

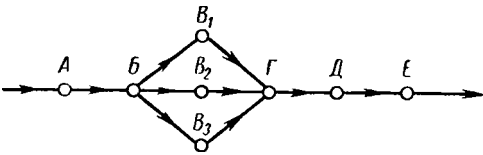
— номинальное годовое количество рабочих часов для конвейерной сборки при одной смене (номинальный годовой фонд времени);

$E_{\text{ц.п}}$ — действительное (расчетное) годовое количество рабочих часов для конвейерной сборки при одной смене (действительный годовой фонд времени);

m — количество рабочих смен в сутки

M — ГОДОВОЙ выпуск изделий, шт.;

Рис. 93. Схема поточной сборки с параллельными рабочими местами



$K_{\text{р}}$ — коэффициент, учитывающий простой конвейерного оборудования из-за ремонта;

$K_{\text{а}}$ — коэффициент, учитывающий перерывы работы одновременно на всей поточной линии для обслуживания рабочих мест, физические потребности и отдых.

В машиностроительном производстве обычно $K_{\text{лп}} = 1$; это значит, что остановка работы одновременно на всей поточной линии не делается, а в случае необходимости рабочие подменяются. В противном случае принимают $K_{\text{лп}} = 0,95\text{—}0,97$.

Если при расчете такта выпуска исходить из часового выпуска изделий, то величина такта выразится так:

$$T_{\text{П}} = \frac{3600 \Gamma_{\text{Г}}}{K_{\text{р}} K_{\text{а}} m} \text{ мин}, \tag{209}$$

где $B_{\text{ч}}$ — часовой выпуск изделий, шт.;

" ' - - i 7 *—7 < 2 1 0 >

Действительный (расчетный) годовой фонд времени для конвейерной сборки определяется по номинальному фонду времени с учетом простоя конвейера в ремонте. Фонды времени для конвейерной сборки приведены в табл. 22.

При большой производственной программе выпуска изделий может оказаться, что каждая сборочная операция требует для выполнения значительно больше времени, чем величина такта выпуска изделий. В этом случае сборка ведется на нескольких поточных линиях, с которых изделия будут выходить поочередно.

Количество поточных линий, необходимых для обеспечения общего годового выпуска изделий по заданной производственной программе, определяется по формуле

$$P = \frac{B_{\text{Г}}}{T_{\text{П}}}, \tag{2П}$$

где P — количество параллельно работающих поточных линий;

$\xi_{\text{р}}$ — такт работы на каждой поточной линии, мин\

4 — такт общего выпуска изделий по заданной годовой производственной программе, мин.

Из формулы (211) видно, что такт работы на каждой отдельной поточной линии

(212)

Если сборка производится с непрерывной подачей изделия, то такт выпуска изделий при одной поточной линии ($\tau_{\text{в}}$) равен такту работы ($\tau_{\text{р}}$), соответствующему (близкому или равному) времени выполнения операций на рабочем месте, т. е.

(213)

Если сборка производится с периодической подачей изделия от станции до станции, то такт выпуска ($\varphi_{\text{в}}$) равен такту работы ($\varphi_{\text{р}}$) плюс время на передвижение изделия ($\varphi_{\text{п}}$), от станции до станции (от одного рабочего места до другого), т. е.

$$C = 'p + 'n. \quad (2H> \quad I \quad I$$

Скорость движения конвейера (у) при непрерывном его движении равна

$$v = - \frac{i}{t_n} \frac{i}{M/M_{IH}} \quad (215)$$

и при периодически движущемся конвейере

$$u' = \frac{1}{*II} \mathcal{M}/\mathcal{M}_{\min}, \quad (216)$$

где I и l_t — расстояния между осями (соответственно) двух собираемых машин (иначе, расстояния между осями двух рабочих мест или станций).

Расстояние I между осями двух сборочных мест (двух станций) определяют исходя из длины собираемой машины $/_м$ и промежутка между двумя собираемыми машинами $/_пр$ (рис. 94), принимаемого в зависимости от размеров машин в пределах 0,3—1,0 м,

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_0} + \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} \quad (1)$$

ИЛИ

$$/ = /_{\mathcal{M}} /_{\Pi} \mathcal{M}.$$

Рабочая длина L поточной сборочной линии (конвейера) равна количеству сборочных мест (операций), умноженному на расстояние между осями двух сборочных мест /,

$$L = i l_{\mathcal{M}}. \quad (218)$$

Скорость движения конвейеров при сборке различна и зависит от размера производственной программы, такта выпуска изделий, характера и условий выполнения сборочных операций, конструкции конвейера и других производственных факторов. Так, например, скорость движения главного конвейера для общей сборки грузового автомобиля (грузоподъемностью 3—4 *т*) составляет 0,5—2,2 *м/мин* при такте сборки 6,5 *мин*; скорость движения конвейера для сборки двигателя того же автомобиля 0,33—1,30 *м/мин* при такте сборки 4 *мин*; скорость конвейера для сборки передач автомобиля того же типа 0,2—0,8 *м/мин* при такте сборки 4 *мин*.

Скорость движения сборочных конвейеров непрерывного действия доходит до 5 м/мин.

Количество сборочных мест (станций) можно определить исходя из такта выпуска изделий (машин, узлов); оно равно

$$\frac{T_{сб} \cdot 60}{\Delta_{сб} \cdot \rho} * \quad (219)$$

или, подставляя значение ρ из формулы (208), получим

$$I = \frac{T_{сб} M}{\Delta_{сб}} \quad (220)$$

где $\Gamma_{сб}$ — общее время на сборку машины (или узла), ч;

$\Delta_{сб}$ — среднее количество рабочих, приходящееся на одно рабочее место, т. е. средняя плотность работы.

Общее время на выполнение сборки $\Gamma_{сб}$ при непрерывно движущемся конвейере

$$T_{сб} = I_{сб} = I_{р} \text{ мин.} \quad (221)$$

Если сборка производится при периодически движущемся конвейере, то полное время производственного процесса $T_{сб}$ складывается из времени, затрачиваемого непосредственно на сборку и времени на передвижение изделия:

$$K_{сб} = \Gamma_{р} + 0' - 1) \text{ мин.} \quad (222)$$

Как видно из изложенного, основной исходной величиной для расчета поточной сборки является такт работы, который определяется в зависимости от количества выпускаемых изделий, характера и трудоемкости операций, выполняемых на каждом рабочем месте.

Степень использования времени непосредственно на сборку характеризуется коэффициентом использования сборочного времени потока $K_{сб}$, который равен отношению времени, затрачиваемого непосредственно на сборочные операции, ко всему времени нахождения изделия в сборочном процессе. Этот коэффициент можно выразить следующей формулой:

$$K_{сб} \sim \frac{m_{сб, \text{оп}}}{\Gamma_{сб, \text{оп}} + \frac{T_{о, \text{др}}}{\Gamma_{о, \text{др}}} \cdot \Gamma_{о, \text{др}}} \quad (223),$$

где $\Gamma_{сб, \text{оп}}$ — время, затрачиваемое непосредственно на сборочные операции;

$\Gamma_{р}$ — время на транспортирование в процессе сборки;

$\Delta_{сб}$ — время остановок сборки из-за недостаточной согласованности времени предварительной сборки узлов с тактом общей сборки;

$T_{о, \text{др}}$ — время остановок сборки из-за недостаточной согласованности производительности работы других цехов с тактом общей сборки.

При проектировании следует принимать $T_{о, \text{сб}} = 0$ и $T_{о, \text{др}} = 0$. Это значит, что остановки конвейера не должны допускаться.

Для определения действительной величины коэффициента действующего сборочного процесса (т. е. для выяснения фактического использования сборочного времени в данных реальных условиях) необходимо учитывать остановки конвейера (если они фактически бывают) с целью устранения их причин.

Чем ближе величина коэффициента $K_{сб}$ к единице, тем лучше организован поточный процесс, тем в большей мере использовано время на полезную работу, т. е. непосредственно на выполнение сборочных операций.

При непрерывно движущемся конвейере $\Gamma_{р}$ равно нулю, так как оно перекрывается временем, затрачиваемым на сборочные операции, и если $T_{о, \text{сб}}$ и $T_{о, \text{др}}$ также равны нулю (т. е. никакого простоя конвейера нет), то

$K_{сб} = 1$. При периодически движущемся конвейере, если $\Gamma_{о, \text{сб}}$ и $\Gamma_{о, \text{др}}$ равны

нулю, величина $\xi_{сб}$ близка к единице. Приемлемой величиной этого коэффициента можно считать 0,95.

Конвейеры, а также другие транспортирующие устройства для сборочных работ применяются различных конструкций в зависимости от характера собираемых изделий (см. далее § 6 этой главы).

Неподвижная поточная сборка, или, иначе, поточная сборка с неподвижным объектом, применяется в мелкосерийном производстве, особенно для изделий большого веса, нетранспортабельных или требующих для перемещения сложных транспортных устройств.

Весь процесс сборки расчленяется на примерно одинаковые по времени операции, выполняемые определенными группами рабочих. Основания очередных машин (рамы, плиты, корпуса и т. д.) подаются и располагаются на неподвижных стендах в порядке последовательности сборочных операций. Каждая группа рабочих, переходя от одного стенда к другому, выполняет на собираемых машинах только определенную, присвоенную данной группе операцию в установленный промежуток времени, соответствующий такту сборки машин. Инструмент каждой группы при таком методе работ находится на подвижном столе, который перемещается вместе с рабочими от одного стенда к другому.

Количество рабочих в группах определяется характером и сложностью операций исходя из того, чтобы обеспечить выполнение данной операции в установленный для всех операций промежуток времени.

Готовые собранные машины снимают со стендов поочередно через одинаковый промежуток времени, соответствующий такту выпуска. При таком методе сборки нецелесообразно частое перемещение рабочих с одного стенда на другой. Поэтому процесс сборки должен быть расчленен на операции, сравнительно трудоемкие и длительные; наиболее удобно, если длительность операции равна или кратна числу часов рабочего дня. Тогда рабочие приступают к выполнению своей операции на следующем стенде с начала смены или после обеденного перерыва. В этом случае основания очередных машин (рамы, плиты и т. д.) подаются на стенды в нерабочее время (после окончания смены или в обеденные перерывы).

При расчленении сборочного процесса на отдельные операции приведение операционного времени в соответствие с тактом сборки достигается теми же технологическими и организационными мероприятиями, которые были указаны для подвижной поточной сборки.

Поточная сборка на неподвижных стендах также требует точно разработанного плана, рационального расчленения всего процесса на отдельные операции с одинаковым (насколько возможно) временем их выполнения, своевременной подачи деталей и узлов, четкого планирования и организации всей работы. Только при соблюдении этих условий весь процесс сборки идет согласованно, планомерным потоком; в противном случае при задержке одной группой рабочих выполнения своей операции рабочие других групп простаивают без работы, так как они не могут переходить на следующие стенды для выполнения своих операций, и непрерывность работы, таким образом, нарушается.

Введение поточной сборки на неподвижных стендах не требует никаких затрат на оборудование, но необходимы значительные подготовительные работы и надлежащая организация. При правильной организации такой способ сборки дает хороший технико-экономический эффект.

Из изложенного следует, что при поточной сборке с неподвижным изделием:

- а) количество стендов для выполнения всей сборки машины равно количеству операций, на которые расчленен весь сборочный процесс;
- б) количество машин, находящихся одновременно в сборке, равно количеству стендов (операций);
- в) такт выпуска машин определяется аналогично указанному для поточной сборки с подвижным изделием, т. е. он равен действительному (рас-

четному) фонду времени определенного отрезка времени, разделенному на количество машин, подлежащих выпуску за это время;

г) общее время на сборку всей машины

$$T_{\text{сб}} = u \text{ мин}; \quad (224)$$

д) пропускная способность каждого станда равна

$$M_{\text{ст}} = \quad ; \quad (225)$$

е) количество поточных линий, необходимое для сборки заданного количества машин по годовой программе, определяется по формуле

$$P_{\text{е.п}} = \Lambda Б \quad (226)$$

или, подставляя в формулу (226) значение $M_{\text{СТ}}$ из формулы (225), получим

$$n_{\text{п.п}} = \frac{M_{\text{пр}} \text{ Геб}}{\sim p_{\text{л.ст}} / \text{Я} \cdot} \quad (227)$$

В формулах (224) — (227);

$T_{\text{сб}}^{\wedge}$ — общее время, затрачиваемое на сборку всей машины, ч;

$\wedge$ — время, затрачиваемое на одну операцию, ч;

1 — количество стандов в поточной линии, равное количеству операций;

$\Lambda_{\text{СТ}}$ — количество машин, собираемых на одном станде в год (пропускная способность станда);

$P_{\text{л.ст}}$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени станда при работе в одну смену, ч;

$n_{\text{г}}$ — количество рабочих смен в сутки;

$P_{\text{н.п}}$ — количество поточных линий для неподвижной сборки, потребное для сборки заданного количества машин по годовой программе;

$M_{\text{пр}}$ — количество собираемых машин по годовой программе.

Если количество поточных линий, необходимое для сборки всех машин по годовой производственной программе по расчету, получится больше единицы, то в этом случае придется вести сборку параллельно на двух или более поточных линиях, т. е. сборка будет идти несколькими потоками.

Действительный годовой фонд времени стандов принимается по приведенной выше табл. 22.

§ 7. ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СБОРКЕ

Поточная подвижная сборка производится на различных транспортных устройствах, к числу которых относятся конвейеры, рольганги, подвесные монорельсовые пути с тельферами, тележки, карусельные столы и пр.

Конвейеры для сборочных работ применяют разных конструкций в зависимости от характера собираемых изделий: напольные конвейеры тележечные — вертикально-замкнутые (рис. 95, а) и горизонтально-замкнутые (рис. 95, б), подвесные цепные (рис. 95, в), шагающие пульсирующие, ленточные, пластинчатые.

Применяя то или другое транспортное устройство, можно получить прямую или кольцевую линию потока при непрерывном или прерывистом (периодическом, пульсирующем) движении.

Тележечные вертикально-замкнутые конвейеры применяются для прямых сборочных линий, у которых первая операция находится в начале конвейера, а последняя — в конце его. Обратная ветвь этих конвейеров располагается под рабочей ветвью, над или под полом; технологические операции

можно производить по обе стороны конвейера. Эти конвейеры бывают с опрокидывающимися (применяется чаще) и неопрокидывающимися тележками.

Горизонтально-замкнутые тележечные конвейеры применяются для кольцевых сборочных линий, когда процесс сборки состоит из большого количества технологических операций, для расположения которых по одной прямой линии потребовалась бы значительная длина цеха. Благодаря круговому движению у этих конвейеров используется вся длина его ходовой части.

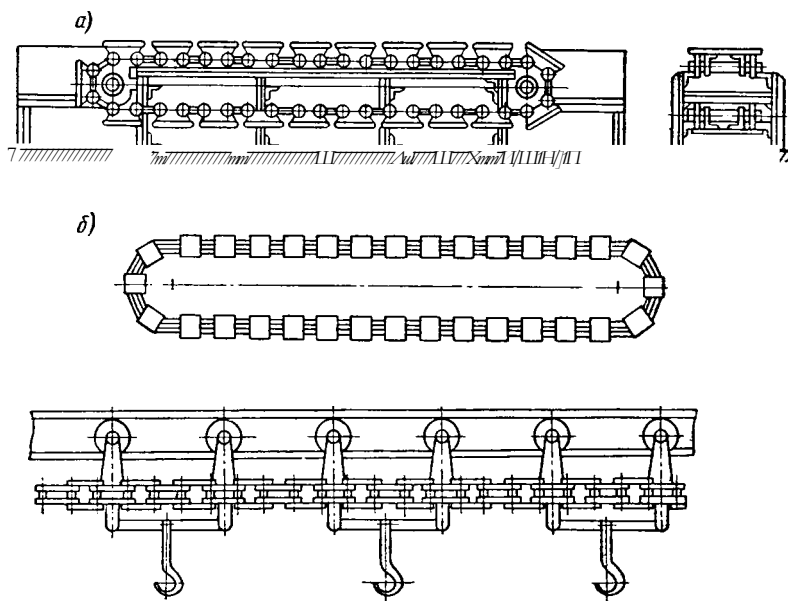


Рис. 95. Схемы конвейеров для сборочных работ:

а — напольного вертикально-замкнутого; б — напольного горизонтально-замкнутого; в — подвесного цепного

Тележки конвейеров делаются по размерам собираемых изделий и снабжаются зажимными устройствами для их закрепления.

Длина тележечных конвейеров для сборки бывает 15—200 м при ширине 0,25—3,5 м. Скорость периодически действующих конвейеров 4—5 м/мин, непрерывно действующих — 0,02—4,0 м/мин.

Такие конвейеры широко применяют в сборочных цехах непосредственно для процесса общей сборки, а также в качестве подвижных складов, непрерывно подающих детали и узлы к рабочим местам линии общей сборки. В автомобилестроении для сборки агрегатов (двигателей, коробок передач, задних мостов, редукторов, рулевых управлений и др.) применяют тележечные вертикально-замкнутые конвейеры, а для общей сборки автомобилей — цепные вертикально-замкнутые и частично—пластинчатые вертикально-замкнутые.

Общая сборка станков в крупносерийном производстве производится на многих заводах на шагающих пульсирующих конвейерах, в которых сочетаются достоинства подвижной и стационарной сборки. На рис. 96 показан шагающий конвейер, состоящий из жесткой металлической рамы 4, опирающейся на гидравлические домкраты 3 мощностью каждый от 1 до 3 т (9806—29418 «) в зависимости от веса собираемых на нем станков.

Сборка станков производится на неподвижных стендовых плитах, установленных на фундаменте. Пульсирующее передвижение конвейера на один шаг, равный $2,3\text{ м}$, производится от электродвигателя 6 через редуктор и две ременные передачи 5. Перед перемещением рамы на шаг домкраты поднимают

ее вместе со станками на 6—8 мм. Домкраты приводятся в движение насосом 1 через бак 2 и трубопровод 7. После выключения насосной станции рама конвейера под воздействием собственного веса и веса собираемых станков опускается ниже уровня стеновых плит на 10—20 мм и собираемые станки устанавливаются на плиты. После этого рама передвигается в обратном направлении.

Подвесные цепные конвейеры (см. рис. 95, в), представляющие собой замкнутое тяговое устройство в виде цепи с каретками, несущими подвески

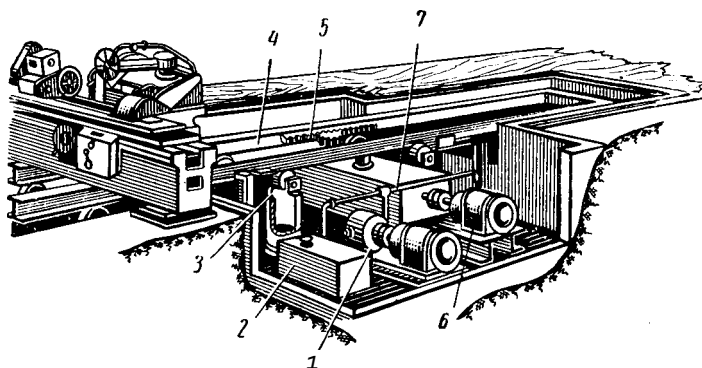


Рис. 96. Шагающий конвейер для общей сборки станков

для грузов, широко применяются в поточном производстве для передачи деталей от одного рабочего места к другому и в другие цехи. У этих конвейеров каретки передвигаются по жестким направляющим, подвешенным к фермам, стенам или колоннам здания. Благодаря возможности выполнять пространственную трассу с поворотами, подъемами и спусками подвесные конвейеры могут проходить над станками и рабочими местами, могут обходить проезды и проходы. Это позволяет связывать транспортом производственные участки и цехи, расположенные в разных частях или этажах

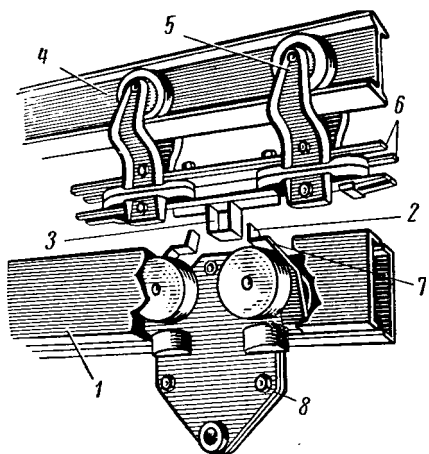


Рис. 97. Тележка подвешенного конвейера с автоматическим адресованием груза

здания, а также в разных зданиях. Уклон при подъемах и спусках конвейера допускается до 45° , радиус закругления— 1,0—1,5 ж. Скорость тяговой цепи конвейера 0,1—25 м/мин (чаще в пределах 3—10 м/мин). Шаг подвесок в зависимости от габаритных размеров и веса груза принимается 1,0—1,25 ж. Для рельсовых путей при шаге тяговой цепи 80 и 100 мм берутся двутавровые балки № 12—14, при шаге цепи 360 мм — № 14 и 16.

Подвесные конвейеры особенно широко распространены на заводах автомобильных, тракторных и сельскохозяйственного машиностроения.

Применяются также подвесные конвейеры с автоматическим адресованием груза.

На рис. 97 показана тележка такого подвешенного конвейера, состоящего из двух рельсовых путей: нижнего 1 и верхнего 4. По верхнему пути цепью 6 перемещается ведущая тележка 5, четыре ролика которой катятся по полкам двутавровой балки. По нижнему пути катится грузовая тележка 8 с тарой для груза (на рисунке тара не показана). Применяются также конвейеры с одной двутавровой балкой, у которой верхняя полка служит верх-

ней трассой, а нижняя полка — нижней, благодаря чему экономится металл и удешевляется конструкция. У таких подвесных конвейеров непрерывно движущаяся бесконечная цепь 6 выступом 3 толкает упор 2 тележки 8 (поэтому такие конвейеры часто называют толкающими). Другой упор удерживает тележку, если часть конвейера расположена с уклоном. Автоматически стрелки направляют тару с грузом (или без груза) согласно «адресу» по различным трассам или отводят их на запасные пути — накопители, где хранится задел или запас деталей (заготовок) или собранных узлов и изделий. Команда на включение стрелки подается перфокартой или перфопластинкой, укладываемой на площадке 7 рабочим, адресующим свой груз. Выступы перфопластин нажимают на конечные выключатели, располагаемые примерно за метр от каждой стрелки.

Такие конвейеры транспортируют заготовки, детали, узлы, изделия между станками, складами, заготовительными, механическими и сборочными цехами.

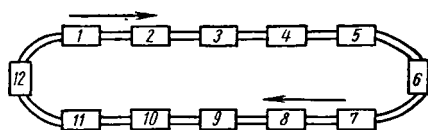


Рис. 98. Схема кольцевой линии потока:

1, 2, 3 — порядковые номера сборочных операций

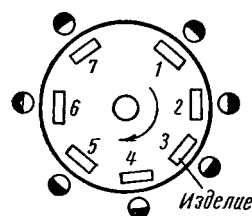


Рис. 99. Схема сборки на карусельном столе:

1, 2, 3 — порядковые номера сборочных операций; 3 — рабочие места

Ленточные конвейеры имеют в качестве тягового органа прорезиненную ленту, на которой закрепляются специальные гнезда для деталей. В сборочных цехах применяются конвейеры с шириной ленты 200—600 мм.

В станкостроении, двигателестроении и других отраслях машиностроения поточную сборку часто производят на тележках, соединенных между собой и движущихся по рельсам, образуя таким образом тележечный конвейер.

При сборке на тележках, перемещающихся по рельсам, линия потока также может быть прямой и кольцевая.

При прямой линии потока рельсовая тележка возвращается к первоначальной станции свободной. От конечной станции потока к начальной она перемещается различными способами: 1) при помощи мостового крана, обслуживающего сборочный цех; 2) посредством второго параллельного рельсового пути, на который тележка переходит через поворотные круги; 3) посредством наклонного рельсового пути, проложенного в туннеле, в который тележка спускается мостовым или поворотным краном через один люк и поднимается через другой к начальной станции потока.

Первый способ — наиболее простой и обычно применяется при наличии мостового крана; второй способ менее удобен, так как при нем нерационально используется площадь цеха и, кроме того, поворотные круги усложняют и задерживают передачу; третий способ имеет то преимущество, что площадь цеха используется полностью и движение тележек происходит самоходом по наклонной плоскости в туннеле.

При кольцевой линии потока (рис. 98) тележка после выполнения последней операции сейчас же переходит с последней станции на первую, с которой начинается сборка очередной машины; таким образом, в этом случае тележка не имеет обратных холостых пробегов.

Для сборки небольших изделий, узлов и агрегатов, если количество сборочных операций невелико, кольцевую линию потока можно осуществить

путем применения карусельных столов (рис. 99), вокруг которых располагаются рабочие, выполняющие последовательные операции. При вращении стола собираемое изделие перемещается от одного рабочего места к другому. Стол может иметь непрерывное или периодическое вращение. При непрерывном вращении стола скорость его должна соответствовать времени, необходимому для выполнения операций на каждом рабочем месте. При периодическом вращении стола операции на разных местах выполняются в периоды остановки стола. Для поточной сборки на карусельных столах требуется значительно меньшая площадь, чем для сборки на обычных.

Для поточной подвижной сборки, помимо конвейеров и других транспортирующих устройств, применяются также рольганги (роликовые столы), по которым в процессе сборки перемещаются собираемые изделия.

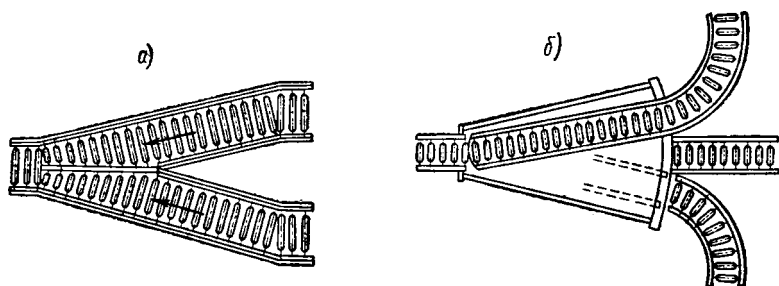


Рис. 100. Рольганги:

а — разветвление рольганга; *б* — стрелочный переход рольганга

На рольгангах с неприводными роликами, которые применяются в машиностроительном производстве, движение грузов происходит (в случае горизонтально расположенных роликов) под действием приложенной к ним силы (толчка) или при наклонно расположенных роликах (уклон—2—3°) под воздействием собственного веса.

Если детали не имеют плоской поверхности, они перемещаются в ящиках, на лотках, подставках.

При необходимости рольганги устраиваются с закруглениями; наименьший радиус закругления 750 мм (для небольших грузов); средний радиус закругления 1100—1800 мм.

Для изменения направления перемещаемых грузов делается разветвление рольганга (рис. 100) или применяются стрелочные переходы (рис. 100, *б*), поворотные круги с роликами, шариковые плиты. При значительной длине рольганга в нем необходимо устроить проход; для этого делается подъемная секция на шарнире.

Рольганги бывают в виде сплошных длинных роликовых столов, расположенных вдоль рабочих мест, или в виде отдельных коротких секций, соединяющих только соседние рабочие места.

Для перемещения деталей в обратном направлении или подачи к рабочим местам деталей разных наименований рольганги делают двухрядными или двух- и трехрядными.

Рольганги собирают из отдельных секций длиной 1—3 м. Расстояние между осями роликов (шаг) принимается 100—300 мм. Нормальная высота рольганга 700—850 мм; для транспортирования крупных деталей высота может быть и меньше (150—200 мм) в соответствии с размерами деталей. Ширина рольгангов 350—850 мм.

В типовых конструкциях диаметр роликов принимают равным 50—75 мм и длину 300—600 мм. Ролики изготовляют чаще всего из цельнотянутых труб и монтируют на шарикоподшипниках. Опоры для рамы роликовых путей устанавливают (в зависимости от нагрузки) на расстоянии 1—2 м.

Рольганги широко применяются в поточном производстве сборочных и механических цехов машиностроительных заводов.

Для подъема деталей и узлов и постановки их на собираемую машину применяются тельферы и пневматические подъемники на монорельсах. Особенно удобны пневматические подъемники, которыми часто пользуются на автомобильных заводах; грузоподъемность их достигает 1,75 т (17 130 кг); высота подъема груза — до 1,8 м; давление воздуха в сети — 5—7 атм.

При выполнении сборочных операций, помимо описанных транспортных средств, широко применяется грузоподъемное и транспортное оборудование других видов:

крановое — электрические мостовые краны, балочные краны (кран-балки), консольные краны—передвижные и местные (поворотные);

подвесное — подвесные кран-балки, электрические тельферы, гидравлические и пневматические подъемники, передвигающиеся по монорельсовым подвесным путям, подвесные конвейеры;

напольные — наклонные желоба, склизы, скаты, вильчатые автогрузчики, электрические и моторные тележки, тягачи с прицепами, автомобили.

Выбор того или иного подъемно-транспортного оборудования производится в зависимости от характера изготавливаемой продукции ее веса и размеров, вида производства и формы организации работы, количества перемещаемых грузов (грузооборота), назначения транспорта и технической характеристики транспортных средств. (Дополнительно см. гл. XV «Проектирование внутризаводского транспорта».)

§ 8. АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ДЛЯ СБОРКИ

С целью облегчения труда и возможно большего сокращения времени, затрачиваемого на сборку изделий, целесообразно, помимо механизации отдельных сборочных операций и приемов, автоматизировать сборочные процессы, т. е. создавать автоматические системы, которые без непосредственного участия человека выполняют различные приемы и операции сборки машин. Для этого применяют сборочные станки, на которые устанавливают основания собираемых механизмов или машин. На каждом станке выполняется определенная сборочная операция. Подъем деталей, их перенос и установку в нужное положение на собираемую машину производит автоматическая «рука» или другое автоматически действующее устройство. Крепление соединяемых деталей также осуществляют различные механизмы.

К числу устройств, автоматически выполняющих сборочные процессы, относятся, например, устройство для автоматической подачи и заворачивания винтов, которое соединяется коническим хвостовиком со шпинделем сверлильного станка; автоматическое приспособление для запрессовки втулок в верхнюю головку шатуна автомобильного двигателя.

Начинают внедряться автоматические сборочные линии. Комплект сборочных автоматически действующих станков, расположенных в порядке сборочных операций и связанных между собой транспортирующим устройством, перемещающим собираемое изделие от одного сборочного станка к другому, образует автоматическую сборочную линию.

На рис. 101 показана последовательность сборки головки блока цилиндров автомобильного двигателя на автоматической линии. 80 деталей четырнадцати наименований автоматически собираются за 46 сек. При использовании этой линии количество сборщиков уменьшается по сравнению с ручной сборкой на 18 человек. Такая линия окупается за два года.

На одном отечественном заводе действует автоматическая линия для сборки шатуна автомобильного двигателя, на линии автоматически выполняются следующие сборочные операции: запрессовка болтов в шатун, надевание и затяжка гаска, запрессовка втулки в головку шатуна, контроль этой операции, проглаживание втулки, зернение и подрезание торцов втулки (с двух сторон), сверление отверстия в головке шатуна.

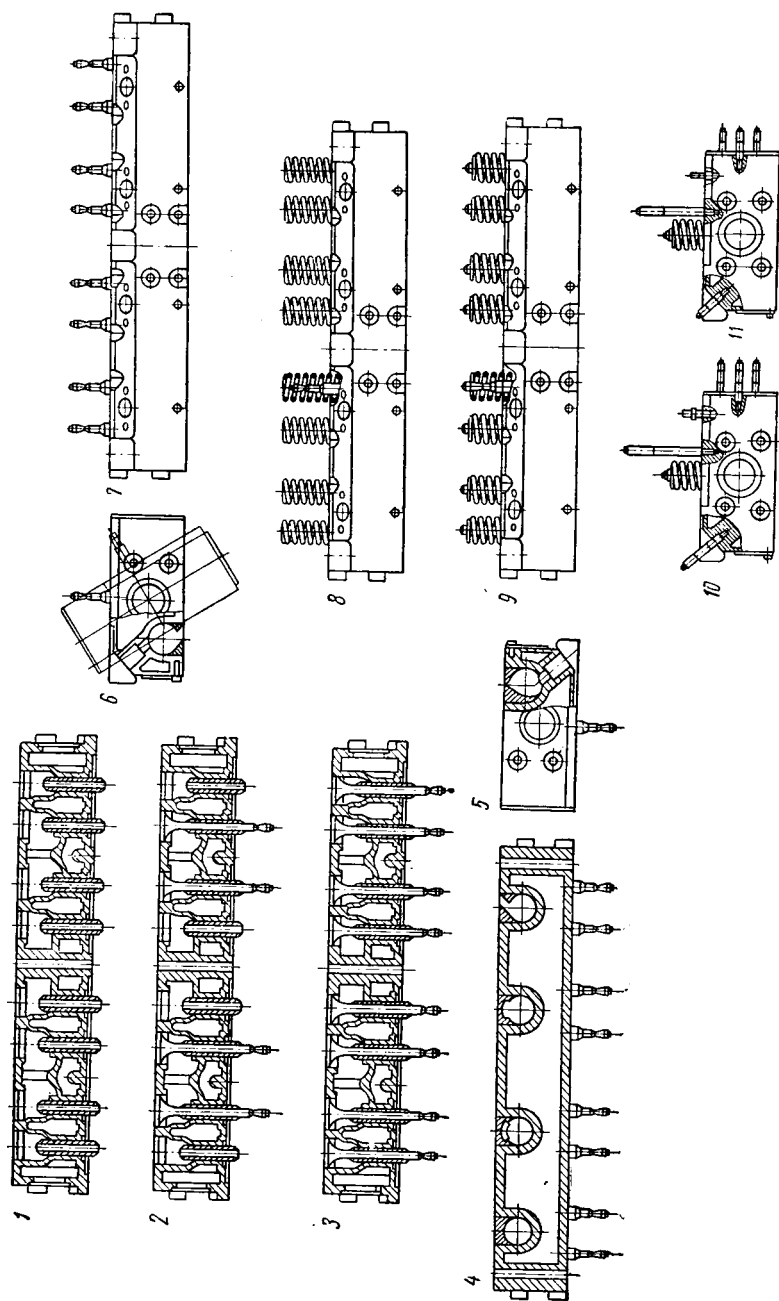


Рис. 101. Последовательность сборки головки цилиндров автомобильного двигателя на автоматической линии: 1 — головка цилиндра; 2 — установка впускных клапанов; 3 — установка выпускных клапанов; 4 — установка вставок камер сгорания; 5 — развертывание вставок и крепление их винтами и шайбами; 6 — поворот головки на 180°; 7 — установка предохранительных колец; 8 — установка клапанных пружин; 9 — установка тарелок и сухариков; 10 — начальное ввертывание шпилек и ниппелей; 11 — довертывание шпилек и ниппелей

Линия состоит из трех агрегатов, соединенных между собой транспортными устройствами. Агрегаты включают в себя бункеры для гаек и болтов, механизмы для запрессовки болтов и затяжки гаек, бункеры для втулок, механизмы для загрузки втулок, механизмы для запрессовки и проглаживания втулок, механизмы контроля, три сверляльные самодействующие головки, механизм поворота шатуна.

Автоматическая линия имеет 13 рабочих позиций и выпускает в час до 240 собранных шатунов.

Для автоматизированного процесса сборки шатунно-поршневой группы тракторного двигателя разработан автомат карусельного типа. Автомат имеет шесть позиций. Первая позиция предназначена для установки шатунов и съема собранных узлов, на второй позиции шатун соединяется с поршневым пальцем, на третьей — устанавливаются два стопорных кольца, на четвертой — устанавливается нижнее маслосъемное кольцо, на пятой — второе маслосъемное и нижнее компрессионное кольцо, на шестой — верхние поршневые кольца. На вторую позицию поршень доставляется в подогревом состоянии (до 70—80° С). Все детали для сборки подаются к позициям автоматически из магазинов.

Существуют автоматические линии с большим количеством позиций для сборки автомобильных двигателей, где почти все операции выполняются автоматически.

§ 9. РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

В рабочий состав сборочного цеха входят: 1) производственные рабочие; 2) вспомогательные рабочие; 3) младший обслуживающий персонал; 4) служащие: инженерно-технический и счетно-конторский персонал.

Общее количество производственных рабочих сборочного цеха состоит из: а) слесарей для слесарной обработки; б) сборщиков для узловой сборки; в) сборщиков для общей сборки.

Количество рабочих для отдельных стадий работы (слесарной обработки, сборки узлов, общей сборки) определяют на основании нормировочного времени, установленного для выполнения той или иной работы.

Количество рабочих-слесарей ($\#_{сл}$) для слесарной обработки отдельных деталей определяется по формуле

$$R_{сл} = \frac{\sum T_{к. д} D}{60 F_{д. р}} \quad (228)$$

где $T_{к. д}$ — штучно-калькуляционное время на слесарную обработку одной детали, мин;

E — количество деталей одного наименования, обрабатываемых в год;

$F_{д. р}$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего, ч.

Количество рабочих-сборщиков ($\#_{сб}$) для стационарной сборки узлов и машин определяется по формуле

$$R_{сб} = \frac{\sum T_{к} M}{F_{д. р}} \quad (229)$$

где $T_{к}$ — штучно-калькуляционное время на общую сборку узла или целой машины, ч;

M — количество узлов или машин, собираемых в год.

Для достижения наибольшей производительности стационарной сборки при подсчете потребного количества рабочих и разработке графиков перехода рабочих с одного места на другое необходимо стремиться к тому, чтобы загрузка рабочих по времени была по возможности более полной.

Количество рабочих, потребное на каждом рабочем месте для выполнения сборочных операций в поточной линии, зависит

от времени, необходимого на выполнение операции, и такта выпуска собранной машины (изделия) с поточной линии (или такта работы).

Это количество определяется по формулам: при непрерывно движущемся конвейере

$$Y_{сб} = ; \quad (230)$$

при периодически движущемся конвейере

$$Y_{сб} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\theta i}}{P}, \quad (231)$$

где t_{θ} — время на выполнение сборочной операции, мин;

t_{θ} — такт выпуска собранной машины с поточной линии, мин\

t_p — такт работы, мин.

При непрерывно движущемся конвейере такт выпуска равен такту работы: $t_{в} = t_p$.

При получении дробного числа сборщиков $n_{сб}$ его округляют до целого числа, называемого принятым числом сборщиков $n_{пр}$. Если округленное значение $Y_{пр}$ достигает 2 или более, а между тем операция в силу ее технологического характера не может выполняться совместно двумя или большим количеством рабочих, то во избежание нарушения такта выпуска операцию расчленяют на несколько операций или при невозможности этого ведут на параллельных рабочих местах.

Среднее количество рабочих, приходящееся на одно рабочее место конвейера, определяет, как указано выше, среднюю «плотность» работы; эта величина является одним из технико-экономических показателей работы конвейера.

Отношение расчетного количества сборщиков к принятому называется коэффициентом загрузки каждого рабочего места ($K_{з.р.м}$) в поточной линии. Он определяет использование времени рабочих и выражается формулой

$$K_{з.р.м} = \frac{Y_{сб}}{n_{пр}}$$

Общее количество сборщиков на всей поточной линии получают суммированием принятых количеств сборщиков по каждому рабочему месту:

$$Y_{л} = 2Y_{пр}. \quad (233)$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест сборочной линии $K_{з.р.м}$ равен отношению суммы расчетных количеств сборщиков к сумме принятых количеств по отдельным рабочим местам:

$$K_{з.р.м} = \frac{Y_{сб}}{n_{пр}}; \quad (234)$$

приемлемая величина

$$K_{з.р.м} > 0.95.$$

При поточной сборке также необходимо, чтобы все рабочие места были по возможности полностью загружены; при этом допускаются только такие потери рабочего времени, которые происходят из-за небольшой разницы между тактом выпуска и действительной продолжительностью времени работы на рабочих местах потока.

Номинальный и действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочих сборочного цеха определяется так же, как и для механического цеха, и выражается в тех же числовых значениях (см. гл. III, табл. 13а).

Средняя по цеху квалификация рабочих-производственников для серийного производства выражается примерно разрядом 3,5—4,0, для массового производства — разрядом 3,0—3,5.

Вспомогательные работы в сборочных цехах, так же как и в механических, выполняют вспомогательные рабочие. Сюда относятся крановщики, раздатчики инструмента, кладовщики, транспортные рабочие и т. д.

Количество рабочих каждой специальности устанавливается на основании подсчета и практических данных в зависимости от характера и объема выполняемых работ; при этом необходимо иметь в виду возможность совмещения работ разных профессий.

Подробный расчет числа вспомогательных рабочих обычно не производят, а принимают его в процентном отношении к количеству производственных рабочих на основании практических данных. В серийном производстве число вспомогательных рабочих сборочных цехов составляет примерно 20—25%, в массовом — 15—20% от числа производственных рабочих.

Младший обслуживающий персонал — уборщики цеховых и бытовых помещений, курьеры, телефонисты и т. п. — составляет 1—3% от общего числа рабочих.

Инженерно-технический и счетно-контровый персонал составляет 12—15% от общего количества рабочих, причем инженерно-технический персонал составляет 8—10% от общего числа рабочих, а остальное количество — счетно-контровый персонал.

Общее количество рабочих-производственников, вспомогательных рабочих, младшего обслуживающего персонала и служащих сводится в общую ведомость с указанием процентного отношения этих категорий к количеству производственных рабочих и общему количеству работающих в цехе (по образцу ведомости для рабочего состава механического цеха).

§ 10. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ И КРИТЕРИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ

Эффективность выполнения сборочной операции оценивается производительностью рабочего места, которая выражается количеством узлов или целых изделий, собираемых в единицу времени. Производительность рабочего места можно выразить:

минутной производительностью $\Lambda^{\wedge}_{\text{н}}$ (т. е. количеством узлов или изделий, собираемых в одну минуту)

1235)

часовой производительностью $\Lambda^{\wedge}_{\text{ч}}$ (т. е. количеством узлов или изделий, собираемых в один час)

$$N_{\text{ч}} = \frac{60}{t_{\text{сб}}}$$

здесь $t_{\text{сб}}$ — норма времени на выполнение сборочной операции, мин.

Критериями технико-экономической оценки выполнения отдельных сборочных операций и общей сборки служат затраты, связанные с их выполнением, и их трудоемкость (т. е. штучное время).

Затраты на выполнение одной операции складываются из основной заработной платы производственных рабочих (сборщиков) за выполнение данной операции, отчислений на амортизацию оборудования, приспособлений, инструмента, отнесенных к одной операции, и цеховых накладных расходов, также отнесенных к одной операции.

Сопоставление затрат на выполнение операции различными методами позволяет выбрать наиболее эффективный в экономическом отношении вариант.

Сумма затрат на выполнение отдельных операций определяет общую сумму затрат (общую себестоимость) $\Sigma_{\text{сб}}$ на выполнение всего процесса сборки узла или изделия:

$$Y_{\text{сб}} =$$

где v_0 — затраты, связанные с выполнением одной операции;

m — число сборочных операций.

Общая трудоемкость сборочного процесса узла или изделия $T_{\text{шт}}$ определяется суммой штучных времен на выполнение отдельных операций [формула (200)].

Для оценки технико-экономической эффективности сборочного процесса служат также следующие показатели:

коэффициент загрузки каждого рабочего места $-/i_{\text{р.м}}$, который определяет использование времени рабочих [формула (232)];

средний коэффициент загрузки рабочих мест сборочной линии $\hat{\alpha}_{\text{ср.л}}$, который определяет использование времени рабочих в среднем по всей поточной линии [формула (234)];

коэффициент трудоемкости сборочного процесса $-/i_{\text{тр}}$, который равен отношению времени, затрачиваемому на сборку узла или изделия $T_{\text{сб}}$, к времени, затрачиваемому на изготовление деталей данного соединения $T_{\text{изг}}$ (по всем видам обработки, начиная с заготовки),

$$T_{\text{р}} = \frac{T_{\text{сб}}}{T_{\text{изг}}} \quad (238)$$

Чем ниже этот показатель, тем меньше затрачивается времени на сборку по сравнению с временем на механическую обработку и другие виды обработки всего производственного процесса изготовления данного изделия; приемлемая величина $T_{\text{р}} \sim 0,2$.

Приведенный комплекс технико-экономических показателей дает возможность оценивать эффективность спроектированного технологического процесса сборки и сравнивать различные методы выполнения сборочного процесса.

§ 11. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ СБОРОЧНОГО ЦЕХА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПЛОЩАДИ ЦЕХА

Расположение рабочих мест для различных видов работ сборочного цеха должно соответствовать последовательности прохождения деталей по стадиям сборки. Такое расположение дает возможность достигнуть наименьшего пути движения деталей и получить постоянное общее направление грузопотоков.

В связи с этим рабочие места в цехе должны располагаться в следующем порядке: 1) слесарная обработка деталей (в случаях, когда она необходима); 2) сборка подузлов и узлов; 3) сборка агрегатов (механизмов); 4) общая сборка машины; 5) регулировка и обкатка машины; 6) испытание; 7) окраска.

Таким образом, детали будут проходить по соответствующим рабочим местам, направляясь из механического цеха (через промежуточный склад или минуя его, если детали крупных размеров) к местам узловой и общей сборки.

Исходя из указанных положений, все оборудование рабочих мест должно располагаться в цехе последовательно по стадиям сборочного процесса:

верстаки — для слесарной обработки деталей (если она предусматривается по характеру производства);

верстаки, столы, рольганги, конвейеры и специальные устройства (в зависимости от вида и метода сборки)—для сборки подузлов, узлов и агрегатов (механизмов);

необорудованные площадки, оборудованные стенды, фундаменты, сборочные станки, рельсовые и безрельсовые тележки, рольганги, конвейеры, рельсовые пути, подвесные монорельсовые пути, карусельные столы (в зависимости от вида и метода общей сборки) — для общей сборки машины;

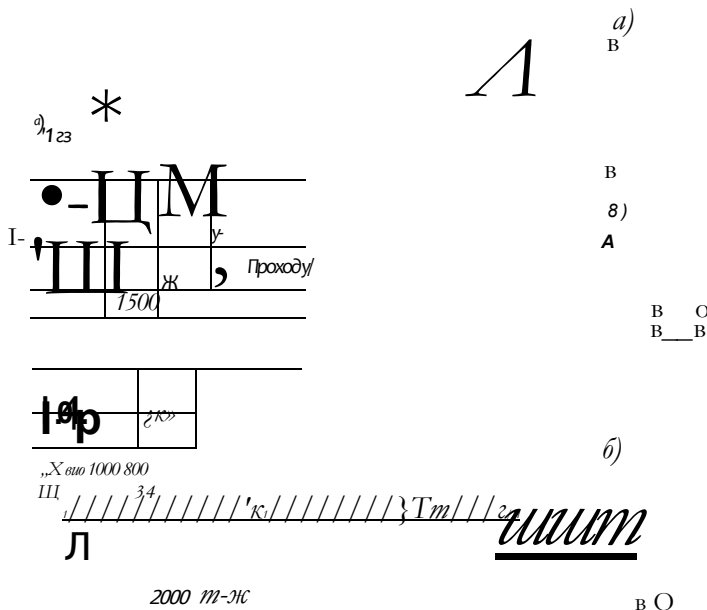


Рис. 102. Схема расположения слесарных верстаков:
а — продольное; б — поперечное; в — поперечное двусторонних верстаков; / — верстак; 2 — тиски; 3 — рабочее место; 4 —

Рис. 103. Схема расположения проходов и проездов между верстаками:
1 — верстаки; 2 — рабочие

станки и другое оборудование (сверлильные станки, прессы, клепальные машины и др.)—для работ, выполняемых в процессе сборки.

Размеры устройств и оборудования для сборки зависят от размеров деталей собираемых узлов и машин. Размеры верстаков были указаны выше.

Расположение верстаков для слесарных работ и узловой сборки может быть продольное (а) и поперечное — для односторонних верстаков (б) и для двусторонних (в) (рис. 102). Вдоль верстаков должен быть оставлен проход; минимальная ширина его 1500 мм, считая от линии расположения рабочих мест (рис. 102, а). В случае необходимости движения транспорта по этому проходу ширина его принимается в зависимости от применяемых средств транспорта.

При планировке сборочных мест, устройств и оборудования должны быть предусмотрены:

- а) места расположения сборщиков и возможность свободного перемещения их вокруг собираемой машины;
- б) места для расположения крупных деталей машин (рам, станин, плит, валов и др.);
- в) места для хранения деталей и узлов (в ящиках, на стеллажах, специальных столах и подставках) в количестве, обеспечивающем бесперебой-

[illegible]

*2
 •_н
 I-
 ©) -
 Π
 £33
 5.07
 «
 «
 9-8
 «
 50 4> 65
 5
 га а
 4
 га 53
 8
 5
 га -
 а с я
 «§1
 Γ_{о.а.}Π_{о.а.}у
 1 с I
 аз §,
 В¹³* 50

ную сборку машин, находящихся на сборочных стендах (запасы деталей и узлов указаны в гл. III, § 9, п. II);

г) проходы и проезды; исходя из габаритных размеров транспортных средств, ширина проходов и проездов принимается по данным табл. 23; при этом имеется в виду, что транспортируемые изделия не должны выходить за пределы габаритов транспортных средств (в поперечном направлении.).

Таблица 24

Примерные значения удельных площадей в сборочных цехах для разных видов машиностроения

Вид машиностроения	Удельная площадь, <i>м²</i>
Автомобилестроение (грузовые автомобили грузоподъемностью 3,5—4,0 т):	
сборка двигателя и коробки передач	18—20
общая сборка автомобиля.....	26—28
Тракторостроение (гусеничные тракторы):	
сборка двигателя	18—20
общая сборка трактора.....	22—25
Дизелестроение (быстроходные дизели 5—40 л. <i>а</i>).....	32-35
Краностроение (тележки и механизмы передвижения)	35—40
Локомотивостроение (средних размеров) !!!	60—65

В ц поточно-массовом производстве узлы к рабочим местам сборочного конвейера подаются подвесными конвейерами; при этом необходимо предусматривать места спуска конвейеров для навески и снятия узлов.

Площадь, необходимая для выполнения сборочных работ по отдельным стадиям сборки, а также для всего цеха, определяется на основании его планировки путем составления плана расположения всех рабочих мест, оборудования, конвейерных или других устройств, складочных мест деталей и узлов, проходов и проездов и пр. По полученной общей производственной площади цеха подсчитывают уд е л ь н у ю п л о щ а д ь , т . е . площадь приходящуюся на одного производственного рабочего наибольшей (по количеству рабочих) смены, которая получается путем деления всей производственной площади цеха на число рабочих-производственников наибольшей смены.

Удельная площадь дает возможность судить, насколько рационально используется площадь и не отступают ли принятые размеры площадей от нормальных, обеспечивающих соблюдение надлежащих условий работы. Таким образом, ^ удельная площадь служит показателем использования производственной площади. Величина удельной площади различна для разных отраслей машиностроения, так как зависит от вида и метода сборки размеров собираемых машин, длительности цикла сборки.

Для серийного производства машин средних размеров (металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки, двигатели, насосы, компрес-
(ЗОРЫОТЕКСТРПЬНЫЕ машины и др.) Удельная площадь в среднем составляет $\frac{2}{3} \frac{1}{\text{м}^2}$. Примерные размеры удельной площади для разных отраслей машиностроения приведены в табл. 24.

Если взять удельную площадь только на слесаря-верстачника (без сборочных площадей), то величина ее выражается в размере примерно 5 0 _____ 6 *м²* (см. рис. 102, *а*).

При проектировании по технико-экономическим показателям (при разработке проектных заданий и в других случаях) площадь сборочного цеха может быть определена приближенно по удельной площади.

Соотношение размеров площадей механического и сборочного цехов зависит от вида производства: в единичном и мелкосерийном производстве

площадь сборочного цеха в среднем составляет 50—60% от площади механического цеха; в серийном производстве — 30—40%; в массовом — 20—30%; при хорошо организованной поточной сборке — менее 20%.

Ширина пролетов сборочных цехов принимается в зависимости от габаритных размеров собираемых машин, оборудования и площадей рабочих мест, ширины проходов и проездов, характера планировки и других условий. Наиболее применимы следующие размеры ширины пролетов сборочных цехов:

Габариты изделия	Ширина пролета, м
Малые (станки для инструментального производства, приборы, швейные машины и т. п.)	18
Средние (станки, двигатели, автомобили, тракторы и т. п.)	18; 24
Крупные двигатели, локомотивы, вагоны и т. п. ...	24; 30
Особо крупные (локомотивы большой мощности, тяжелые станки, краны, металлургическое оборудование)	30; 36 и более

Расстояние между колоннами в продольном направлении (шаг колонн) 6, 9 и 12 м. Длина пролета определяется так же, как и для механических цехов, т. е. суммой размеров (по длине), считая по его оси, последовательно расположенных производственных и вспомогательных отделений, проходов и других участков цеха. Длина пролета должна быть кратна размеру шага колонн. Высота сборочных цехов (от пола до головки подкранового рельса) при наличии мостовых кранов должна быть не менее 6,15 м, а может



Рис. 104. Схема расположения сборочного цеха параллельно пролетам механического цеха

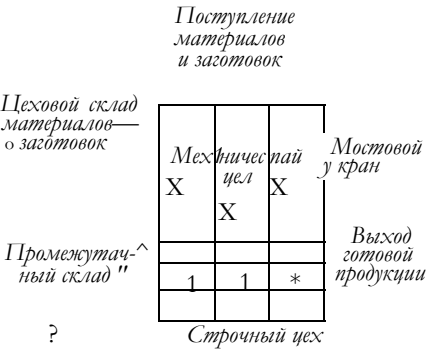


Рис. 105. Схема расположения сборочного цеха в продолженных пролетах механического цеха

быть и значительно больше, например, в тяжелом машиностроении доходит до 23 м; при отсутствии мостовых кранов высота* составляет 6,0 м и более.

Сборочный цех располагается обычно в одном здании с механическим цехом, реже — в отдельном здании. Наиболее рационально расположение обоих цехов в одном здании; в этом случае уменьшается пробег деталей, быстрее осуществляется подача деталей к сборочным местам, упрощается и удешевляется транспорт. Кроме того, при совместном расположении этих цехов в одном здании возможно объединение промежуточных и других складов, раздаточных складов инструментов и обслуживающих помещений и, наконец, облегчается и ускоряется взаимосвязь между обоими цехами.

При планировке оборудования поточного производства необходимо стремиться к такому расположению станочных линий для обработки и линии сборки, чтобы место окончатальной операции механической обработки детали примыкало к сборочному конвейеру в той его позиции, где эта деталь становится в собираемый агрегат или машину; при таком расположении линий обработки и сборки пробег детали после обработки на сборку будет наикратчайшим.

* Дополнительно о высоте цеха см. гл. XVIII.

Расположение сборочного цеха по отношению к механическому, а также общая компоновка всех производственных и вспомогательных помещений цеха должны соответствовать прямоточности производственного процесса. Сборочный цех может быть расположен в одном здании с механическим цехом следующим образом: 1) в пролете, параллельном пролетам механического цеха; 2) в продолженных пролетах механического цеха; 3) в пролете, перпендикулярном пролетам механического цеха.

Первый способ (рис. 104) применяется редко и обычно в том случае, когда территория завода ограничена и не допускает расположения сборочного цеха вслед за механическим и вывоз готовой продукции может быть направлен только в ту сторону здания механического и сборочного цехов, с какой поступают материалы и полуфабрикаты в механический цех. При таком способе расположения передача деталей из механического цеха в сборочный мостовым краном невозможна. Транспортирование деталей из ме-

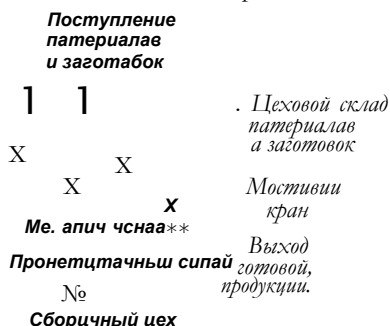


Рис. 106. Схема расположения пролета сборочного цеха перпендикулярно пролетам механического цеха

ханического цеха возможно только ручными, электрическими и автотележками или подвесными монорельсовыми путями; подача деталей из пролетов механического цеха непосредственно к сборочным стендам по прямому, наиболее короткому, пути не может быть осуществлена, детали идут из отдельных пролетов механического цеха, пересекая другие пролеты и, чтобы достигнуть определенного сборочного места, должны двигаться вдоль сборочного цеха. При таком движении детали совершают длинный сложный путь.

Второй способ (рис. 105) применяется в тех случаях, когда нет необходимости перемещать собранное изделие или отдельные детали внутри сборочного цеха мостовым краном и для перемещения изделия при сборке пользуются напольным транспортным оборудованием или монорельсовыми путями. В этом случае детали из пролетов механического цеха могут подаваться к сборочным местам, находящимся в тех же пролетах, непосредственно мостовыми кранами, но передача собираемых изделий и деталей в пределах сборочного цеха мостовым краном невозможна. Этот способ применяется часто в небольших цехах, когда ввиду малой загрузки кранов механического цеха нецелесообразно ставить особый кран в сборочном цехе. В крупных цехах этим способом пользуются, когда сборка производится на подвижных стендах (тележках, роллгангах, конвейерах) и нет нужды в мостовых кранах для перемещения собираемого изделия. В этом случае ширина и высота пролетов механического и сборочного цехов, а также их конструкция одинаковы, благодаря чему упрощается конструкция здания. При таком расположении сборочного цеха легко осуществляется расширение обоих цехов (механического и сборочного) путем удлинения пролетов. Так как в сборочном цехе находится немного оборудования (притом его легко можно перенести), то перемещение этого цеха по длине пролетов при необходимости расширения обоих цехов не вызывает затруднений. Такое взаимное расположение цехов рационально применять еще и в тех случаях, когда производственная программа не является стабильной и можно ожидать изменения или дополнения номенклатуры изделий, что потребует удлинения технологической линии механического цеха. Это можно осуществить путем удлинения пролетов, не вызывая никаких затруднений в производстве.

Третий способ (рис. 106) применяется чаще, чем оба предыдущие. Это расположение имеет ряд преимуществ. Детали, изготавливаемые в определенных пролетах механического цеха, могут транспортироваться к соответ-

ственным местам сборочного цеха мостовыми кранами, подвесным или тележечным транспортом по прямому, наиболее короткому пути без лишних движений по сборочному цеху. Собираемые изделия и отдельные крупные детали могут перемещаться в пределах сборочного цеха мостовым краном. При выполнении сборочных операций мостовые краны можно использовать в качестве грузоподъемных средств на любом сборочном месте, что облегчает установку крупных деталей. В этом случае обеспечивается хорошее использование кранового оборудования в сборочном цехе. Кроме мостовых кранов, можно пользоваться напольным и подвесным транспортным оборудованием.

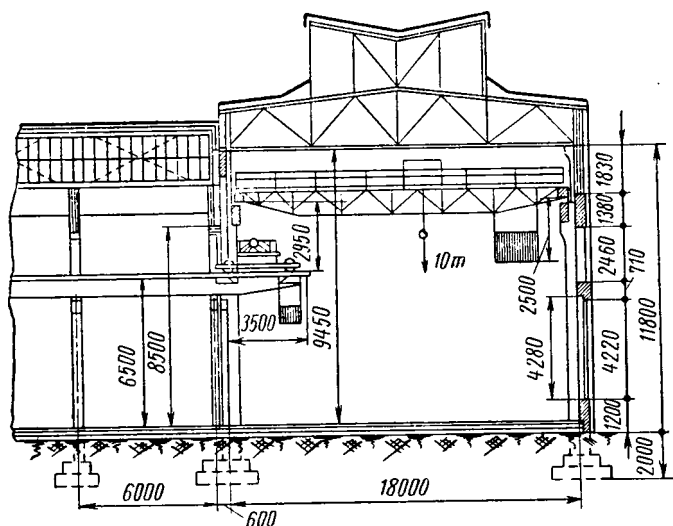


Рис. 107. Схема захода мостового крана механического цеха под кран сборочного цеха

При транспортировании деталей мостовыми кранами передача их из пролетов механического цеха в сборочный цех может выполняться разными способами.

1. С крана механического цеха детали опускаются на тележку (рельсовую или безрельсовую) или на рольганг и перемещаются ими под кран сборочного цеха; можно также передавать детали из пролетов механического цеха под кран сборочного цеха местными поворотными кранами, устанавливаемыми у колонн, расположенных на границе пролетов механического и сборочного цеха. Такие способы передачи деталей применимы в том случае, когда краны пролетов механического и сборочного цехов находятся на одном уровне.

2. Кранами пролетов механического цеха детали доставляются непосредственно под кран сборочного цеха, для чего краны из пролетов механического цеха заходят под кран сборочного цеха (рис. 107). В этом случае краны механического и сборочного цехов находятся на разных уровнях, для чего сборочный цех должен иметь большую высоту, чем механический цех; расстояние по высоте между подкрановыми рельсами обоих цехов, зависящее от габаритных размеров кранов, должно быть не менее 2,75 м при расположении троллейных проводов сбоку и не менее 3,25 м при расположении троллейных проводов сверху.

Такой способ расположения кранов дает возможность избежать перегрузки деталей на тележки, но получающаяся при этом значительная высота здания удорожает его стоимость, поэтому применяют этот способ только в производствах с крупными, тяжеловесными деталями. Этот способ расположения кранов в пролете сборочного цеха, перпендикулярном к пролетам механического цеха, часто применяется на заводах тяжелого машиностроения.

Рис. 108. Заход 10-Т мостовых кранов из пяти пролетов механического цеха в пролет сборочного цеха, обслуживаемого 40-7* краном

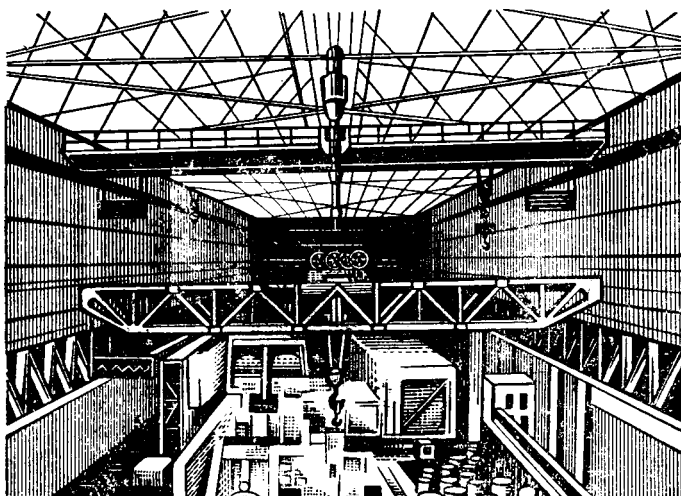


Рис. 109. Двухъярусное расположение мостовых кранов в сборочном цехе. Грузоподъемность двух верхних кранов по 10-7* каждый; нижний кран—50Г

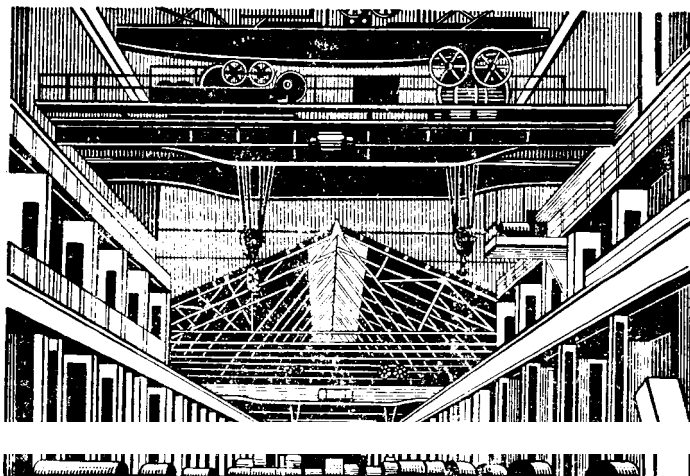


Рис. 110. Трехъярусное расположение мостовых кранов грузоподъемностью 80 и 100-Г в пролете 20 м

На рис. 108 показан заход 10-тонных кранов из пяти пролетов механического цеха в пролет сборочного цеха, который обслуживается мостовым краном грузоподъемностью 40 т.

В сборочных цехах тяжелого машиностроения применяют двухъярусное и трехъярусное расположение мостовых кранов (рис. 109 и 110); в этом случае сборочные места обслуживаются кранами без задержек.

§ 12. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СБОРЧНОГО ЦЕХА*

Затраты, необходимые для создания спроектированного сборочного цеха, и экономическая целесообразность проекта определяются технико-экономическими показателями, которые выводятся на основании производственных технологических и технико-экономических расчетов.

Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность цеха

1. Годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости в рублях.
2. Годовой выпуск изделий (комплектов или машин) в штуках и тоннах.
3. Количество рабочих смен.
4. Площадь цеха в квадратных метрах: а) общая; б) производственная.
5. Количество единиц производственного оборудования.
6. Количество работающих, в том числе: а) производственных рабочих; б) вспомогательных рабочих; в) младшего обслуживающего персонала; г) инженерно-технических работников; д) счетно-конторского персонала.
7. Основные средства в рублях, в том числе: а) здания и сооружения; б) оборудование, инструмент и приспособления; в) производственный и хозяйственный инвентарь.
8. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих.
9. Установленная мощность электродвигателей в киловаттах.

Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность цеха

10. Годовой выпуск изделий в рублях (по себестоимости): а) на одного производственного рабочего; б) на 1 м² производственной площади в одну смену.
11. Годовой выпуск в комплектах (или машинах) и тоннах в год на одного производственного рабочего.
12. Годовой выпуск изделий (по себестоимости) на 1 рубль основных средств в рублях.
13. Общая площадь цеха на одного производственного рабочего в наибольшую (по количеству рабочих) смену в квадратных метрах.
14. Производственная площадь на одного производственного рабочего в наибольшую смену в квадратных метрах.
15. Общая площадь сборочного цеха в процентах от общей площади механического цеха (отделения).
16. Коэффициент загрузки рабочих мест, коэффициент сменности.
17. Трудоемкость сборки одного комплекта или одной машины или трудоемкость сборки 1 т выпуска изделий в человеко-часах.
18. Трудоемкость сборки в процентах от трудоемкости механической обработки.
19. Цеховая себестоимость одного изделия и 1 т изделия в рублях.

* Подробнее о технико-экономических показателях см. гл. XXI.

ГЛАВА VI. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В МЕХАНИЧЕСКИХ И СБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ

§ 1. ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

В механических и сборочных (а также и в других) цехах устраиваются контрольные отделения, которые являются частями (отделениями) общезаводского отдела технического контроля (ОТК).

Задачи технического контроля — выявление качества материала, проверка размеров, геометрической формы и качества обработанной поверхности деталей. С помощью контроля в сборочных цехах устанавливают правильность соединения и взаимодействие деталей и узлов, качество сборки всей машины и проверяют соответствие этих соединений техническим условиям приемки.

Требования, предъявляемые при контроле, должны соответствовать техническим условиям, установленным на приемку материалов, полуфабрикатов, готовых деталей, узловых соединений и собранной машины.

Правильность размеров деталей после обработки проверяется измерительными инструментами общего назначения, калибрами, приборами, приспособлениями.

Для проверки контура деталей, у которых профильная поверхность для выполнения его рабочих функций должна быть достаточно точной (например, кулачки распределительных валов, профильные поверхности режущего инструмента и др.), применяются шаблоны, а для мелких деталей — проекторы, дающие увеличение профиля в 10—50 раз.

В цеховом контрольном отделении качество материала изделия проверяется только путем наружного осмотра; полное же исследование материала и заготовок (анализ химического состава, исследование металлографических свойств, испытание механических свойств, рентгеновское исследование) ведется в заводской лаборатории, которая является составной частью общезаводского отдела технического контроля. Наружный осмотр выявляет отсутствие или наличие внешних дефектов материала и обработки: трещин, расслоений, волосовин, наружных раковин, заусениц, вмятин, царапин и т. п. Для обнаружения этих дефектов деталь внимательно осматривают со всех сторон при помощи лупы или микроскопа, а также и невооруженным глазом, если это допускается техническими условиями. Качество обработанной поверхности деталей в отношении чистоты отделки (степени шероховатости) проверяется в цеховых условиях преимущественно по эталонам, а в лабораторных условиях — профилометрами, профилографами и другими соответствующими приборами.

Правильность размеров деталей, полученных при обработке, в цеховых контрольных отделах проверяют: в единичном производстве — измерительными инструментами общего назначения (штангенциркулями, кронциркулями, микрометрами, нутромерами, глубиномерами, штангмасами, индикаторами, измерительными плитками, приборами); в серийном и массовом производстве — главным образом при помощи предельных калибров, а

также измерительных приборов, измерительных приспособлений, автоматических измерительных устройств.

Все предельные калибры, с которыми приходится иметь дело в производстве, по назначению следует подразделить на: 1) производственные (рабочие и браковочные); 2) приемные (для приемки изделий заказчиком); 3) контрольные (служащие для контроля производственных и приемных калибров).

Все находящиеся в производстве калибры, чтобы гарантировать получение по ним деталей надлежащих размеров, необходимо периодически проверять в установленные сроки. Продолжительность периодов между проверками бывает разная в зависимости от того, насколько часто пользуются данными калибрами. Поэтому все калибры разбиваются по частоте употребления их на группы и для каждой группы назначается срок периодической проверки.

§ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Для проверки средств измерения в механических, инструментальных и других цехах создаются контрольно-проверочные пункты, которые производят в установленные сроки проверку всех измерительных инструментов, приборов и приспособлений, применяемых в обслуживаемом цехе. Цеховые контрольно-проверочные пункты подведомственны начальнику центральной измерительной лаборатории (ЦИЛ).

Центральная измерительная лаборатория, которая должна быть на каждом машиностроительном заводе, входит в состав общезаводского отдела технического контроля; ее функции, относящиеся к постановке измерительной техники на заводе, разнообразны, к числу их относятся: разработка методов контроля средств измерения, применяющихся на заводе; руководство работой контрольно-проверочных пунктов; юстировка, проверка и аттестация измерительных приборов завода; оказание помощи цехам по разработке ими методов измерения выпускаемых изделий; проверка сложных средств измерения, которые не могут быть проверены на контрольно-проверочных пунктах; исследование причин возникновения брака из-за неточности размеров и т. д.

Контроль в зависимости от формы организации работы, вида и характера контрольных операций проектируется для выполнения:

а) непосредственно на рабочем месте на станке или около станка, на автоматических станочных линиях, на сборочном месте, на сборочных поточных линиях (конвейерах);

б) на специальных контрольных пунктах;

в) в контрольном отделении цеха.

Контроль, выполняемый в цехах, проектируется следующих видов:

а) летучий, б) промежуточный, в) окончательный; кроме того, по степени охвата проверяемой продукции контроль может быть сплошной и выборочный.

Летучий контроль выполняется в форме периодических проверок деталей в процессе их изготовления для предупреждения массового брака. Наиболее эффективным методом летучего контроля является статистический контроль, применяемый в серийном и массовом производстве. Летучему контролю подвергаются первые детали, обработанные после наладки или переналадки станка, а другие детали после определенных операций. Результаты контрольных измерений деталей отмечаются в карточках установленной формы или на графике статистического контроля. В случае обнаружения отклонения от допускаемых размеров или приближения размеров к границам допускаемых отклонений контролер сообщает об этом мастеру, который должен принять необходимые меры к устранению оона-

руженных отступлений. После устранения дефектов и проверки вновь обработанных деталей контролер дает заключение о возможности продолжать их обработку.

Промежуточный контроль производится между операциями, когда деталь прошла одну операцию и должна поступить на следующую; этот вид контроля называется также межоперационным. Место выполнения самого процесса проверки зависит от формы организации работы, а также от размера и веса деталей.

При единичном и серийном производстве детали, как правило, после промежуточных операций направляются для проверки на контрольные площадки, причем в первом случае детали направляются единичными экземплярами, во втором случае — партиями; детали крупных размеров проверяются непосредственно у станков. При поточно-серийном и поточно-массовом производстве проверка деталей всегда производится у станков (или между станками). Контрольные площадки для межоперационного контроля при планировке оборудования по типовому признаку располагаются в конце каждой группы станков данного наименования. При расположении станков по порядку технологических операций контрольные площадки располагаются у станков, выполняющих те операции, после которых производится контроль.

Окончательный контроль производится после окончания всех операций, т. е. после полной обработки детали. Проверку выполняют, как правило, в контрольном отделении, куда эти детали поступают после последней операции. Крупные и тяжелые детали проверяются непосредственно у станков или на станке. Окончательный контроль предусматривает проверку размеров и геометрической формы, проверку качества обработанной поверхности и в некоторых случаях механических свойств детали.

Окончательному и промежуточному контролю могут подвергаться или все детали (сплошной контроль), или часть их по выбору (выборочный контроль). Выборочному контролю подвергается установленный процент деталей. В случае обнаружения при этом контроле отклонений от допускаемых размеров при обработке в поточных линиях все последующие детали подвергаются сплошному контролю, впредь до устранения обнаруженных отклонений. Наиболее сложные и ответственные детали иногда подвергают повторному выборочному контролю с целью дополнительной проверки качества деталей и работы контролеров.

В сборочных цехах контролю подвергаются отдельные соединения, узлы, механизмы и целые машины. Обязательной проверке подлежат все ответственные соединения и узлы и те сборочные операции, при выполнении которых возможны неправильность, неточность сопряжений и взаимного расположения соединяемых деталей.

Менее ответственные операции подвергаются летучему контролю, т. е. проверяются периодически.

Погрешности, возникающие при выполнении сборки деталей в различные соединения, могут происходить по разным причинам, к числу которых относятся:

- установление неправильных конструктивных зазоров;
- неточная регулировка взаимного положения соединяемых деталей;
- перекосы деталей, образующиеся из-за неправильной посадки деталей при их сопряжении;
- наличие остаточных деформаций, вызванных силами, приложенными для соединения деталей;
- искривления и другие деформации и повреждения деталей, возникшие при их перевертывании и перемещении в процессе сборки и при транспортировании;
- упругие деформации базовой (основной) детали собираемого объекта, возникшие при ее закреплении;

деформации деталей из-за изменения внутренних напряжений.

Допуски на обработку и посадки для сопрягаемых деталей регламентируются общесоюзными стандартами, совокупность которых составляет единую обязательную государственную систему; поэтому контрольному отделению необходимо иметь все основные данные для каждой детали и узла с указанием допусков, выбранных посадок (зазоров и натягов) и их обоснованием, а также с указанием способа обработки, обеспечивающего заданный допуск и посадку. Все эти данные удобно сводить в таблицы; в виде образца приведена табл. 25.

Для проверки размеров деталей контрольное отделение, помимо калибров, общих измерительных инструментов и приборов, должно располагать специальными приспособлениями, облегчающими и ускоряющими проверку деталей. В сборочных цехах широко применяются приспособления для проверки отдельных соединений и собранных узлов, которые упрощают выполнение контрольных операций, повышают точность проверки, уменьшают время, необходимое на проверку. К числу таких приспособлений относятся, например, приспособления для проверки перпендикулярности осей, правильности расположения частей в собранном узле или машине; приспособления к измерительным инструментам, допускающие возможность промеров в труднодоступных местах; приспособления для регулирования и т. д.

В крупносерийном и массовом производстве для обеспечения взаимозаменяемости и проведения точных измерений необходимо применять по возможности наиболее производительные контрольные приспособления и приборы. Для выборочной проверки деталей при наладке операций используют наладочные контрольные приспособления, снабженные измерительными головками с индикаторами и миниметрами. Для сплошной проверки деталей применяются приемные контрольные приспособления, снабженные измерительными головками светофорного типа, которые световыми сигналами указывают попадание размеров детали в допуск или выход из него. Эти приспособления применимы для высокопроизводительных технологических процессов поточных линий, так как большая пропускная способность приспособлений может соответствовать темпу работы этих линий.

Наиболее эффективны автоматические станочные контрольные устройства, которые измеряют детали в процессе обработки их на станках. Благодаря этим приспособлениям повышается производительность станков, так как исключается необходимость остановки их для промера деталей и представляется возможность одновременного обслуживания нескольких станков, снабженных автоматическими устройствами для измерения.

В автоматических поточных линиях, где детали поступают на проверку непрерывно, время на контрольные операции, включенные в линию, должно соответствовать такту работы данной линии; это достигается за счет применения контрольно-сортировочных автоматов, которые включаются в автоматическую линию станков и производят измерение деталей и сортировку их по размерным группам без участия человека.

Целесообразно устройство контрольных пунктов между станками; при наличии их устраняется необходимость транспортирования деталей в контрольное отделение, расположенное в конце линии станков, и обратно к станкам. Особенно необходимо устройство контрольных пунктов при массовом и серийном производстве, когда станки расставлены в порядке технологических операций и работа идет по поточному принципу. Контрольные пункты располагаются не после каждой операции, а только у станков, выполняющих основные технологические операции.

Для контроля отдельных соединений и механизмов необходимо устанавливать столы около рабочих мест сборщиков; при сборке на конвейерах необходимо между рабочими местами сборщиков оставлять места для выполнения контрольных операций.

Пример заполнения для специальных пасодок

Гайка	Гайка	2	1	24	22,225	22,051	20,89	20,43	Гайка
Болт	Болт	2а		22,65	22,051	22,877	20,103		
Гайка	Гайка	Н		18	17,246	17,026	16,48	16,23	Болт
Болт	Болт	е	18	17,75	17,026	16,891	16,051		

диаметр шейки вала; l — длина подшипника; P — нагрузка на подшипник;
наружный диаметр втулки; d — внутренний диаметр втулки; a — внутренний диаметр полого вала; l — длина втулки.

Для наиболее рационального выполнения контроля следует разрабатывать его технологический процесс. При наличии разработанного процесса контроля контролеры (или браковщики) будут выполнять проверку деталей не по своему усмотрению или личной практике, а по установленному плану контрольных операций, обусловленными методами и инструментами и в надлежащей стадии обработки.

Разработка технологического процесса контроля оформляется в виде карт, которые должны содержать:

- 1) план контрольных операций, в котором должны быть приведены порядок операций, описание операций и метод их выполнения;
- 2) эскиз, иллюстрирующий процесс выполнения контрольной операции и изображающий положение проверяемой детали и измерительного инструмента при проверке данного размера;
- 3) указание, какие поверхности и размеры и в каких местах проверяются в данной операции и какие допускаются отклонения от номинальных размеров;
- 4) указание, каким измерительным инструментом надо пользоваться для выполнения контрольной операции, его наименование, тип, номер;
- 5) указание, какое приспособление требуется для производства измерения, его наименование, номер;
- 6) вид контроля согласно указанной выше классификации;
- 7) указание, в какой стадии изготовления данной партии деталей выполняется контроль и какое количество деталей из партии контролируется;
- 8) место выполнения контрольных операций;
- 9) норма времени на выполнение данной контрольной операции данной детали;
- 10) квалификация исполнителя контрольной операции.

Во всех случаях контрольные операции необходимо включать в технологическую карту обработки деталей и сборки узла и изделия. При подробной разработке процесса контроля карту контроля следует прилагать к технологической карте обработки детали.

Располагая сведениями, указанными в карте контроля, можно подсчитать необходимое для выполнения контрольных операций всех деталей по годовой программе количество измерений, количество инструмента и приспособлений, общую затрату времени, количество контролеров, а отсюда — необходимые площади для контрольных пунктов и отделения.

Подробный расчет потребного количества работников контроля, выполняемый на основе технологических карт контроля, требует значительного времени и поэтому его производят в редких случаях. Обычно расчет ведется укрупненно по практически установленному процентному отношению количества контролеров и браковщиков к количеству рабочих-станочников, причем величина процента принимается в зависимости от вида производства и объема контрольных работ.

При серийном производстве количество контролеров и браковщиков составляет примерно 5—7% от числа станочников, при массовом производстве — 12—15%, а иногда и выше, например в производстве шарикоподшипников доходит до 20—25%. Применение наиболее производительных контрольно-измерительных приборов и приспособлений, контрольно-сортировочных полуавтоматов и автоматов, автоматических контрольных устройств для контроля в процессе обработки, несомненно, уменьшает потребность в работниках контроля, и поэтому указанные выше примерные процентные соотношения подлежат соответствующей корректировке.

Площади контрольных пунктов и контрольного отделения можно определить на основании планировки всех рабочих мест работников контроля, необходимого оборудования и инвентаря. Для измерения изделий в контрольном отделении должны быть проверочные плиты со всеми необходимыми принадлежностями, а также столы для контролеров (браковщиков), на которых они производят осмотр, измерения и сортировку деталей.

Для хранения измерительных инструментов и приборов в контрольном отделении устанавливают столы и застекленные шкафы. Для временного хранения деталей в процессе контроля устраиваются стеллажи, разделенные на гнезда для определенных деталей, специальные столы, стойки, подставки. Рабочие места контролеров должны иметь хорошую освещенность, рациональную планировку рабочего инвентаря, удобное расположение. В контрольном отделении должна поддерживаться нормальная температура (20°C).

Упрощенно площадь контрольного отделения определяют исходя из числа контрольных работников, располагающихся на данной площади, считая при этом на одного человека $5\text{—}6\text{ м}^2$ и делая надбавку для расположения инвентаря, оборудования и проходов путем умножения величины общей площади на коэффициент $1,5\text{—}1,75$. Размеры контрольных площадок можно принимать равными 2×2 или $2,5 \times 2,5$. Часто площадь контрольного отделения определяют укрупненно по процентному отношению к станочной площади. Обычно площадь контрольного отделения составляет $3\text{—}5\%$ от площади станочного отделения.

Контрольное отделение располагается в механическом цехе по пути движения деталей в сборочный цех, перед промежуточным складом.

ГЛАВА VII. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ И СТАНЦИЙ

§ 1. ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ

Собранные узлы и механизмы (агрегаты) и целые машины подлежат регулированию и испытанию, цель которых — установить надлежащее взаимодействие частей, согласованность работы отдельных механизмов. Отрегулированные узлы, механизмы (агрегаты) и машины подвергаются испытанию для определения проверки качества их работы.

Испытание делится на две стадии:

1) механическое испытание (обкатка) и 2) испытание под нагрузкой или тепловое.

Механическое испытание (обкатка) производится для проверки правильности взаимодействия частей и приработки трущихся поверхностей деталей. Узлы устанавливаются в соответствующие приспособления для испытания, агрегаты (механизмы) и машины — на испытательные стенды (или фундаменты) и приводятся в движение электродвигателями. Вначале дается небольшая скорость вращения (главного рабочего движения). Постепенно увеличивая скорость вращения до полного числа оборотов (ходов), продолжают испытание до тех пор, пока не убедятся, что все части агрегата или машины работают надлежащим образом. При этом ведут наблюдения за состоянием трущихся поверхностей (подшипников, втулок, направляющих, зубчатых зацеплений и т. п.), за согласованностью действий частей и механизмов. После обкатки агрегаты (механизмы) или машины передаются на испытание под нагрузкой.

Испытание под нагрузкой (для тепловых машин — тепловое испытание) производится в соответствии с техническими условиями.

Если испытывается станок или другая машина — орудие, то испытание ведется на том режиме работы и в тех условиях, которые соответствуют эксплуатационным. Испытание производится на полную мощность в продолжение установленного техническими условиями срока.

Если машина — двигатель тепловой (двигатель внутреннего сгорания, паровая машина, паровая турбина), водяной или электрический, то испытание производится с применением соответствующего вида энергии (газообразного или жидкого топлива, пара, воды, электричества). При испытании постепенно увеличивают число оборотов и соответствующую нагрузку. В течение установленного техническими условиями периода машина должна развить определенную мощность и работать с этой мощностью при надлежащем числе оборотов. В результате испытания устанавливают, как машина удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым техническими условиями на изготовление и сдачу (приемку) этих машин.

При испытании измеряются число оборотов, развиваемая машиной мощность, расход топлива или другого вида энергии, расход масла, давление в масляной системе, температура охлаждающей воды и масла и т. д.; при

испытании ведется наблюдение за работой отдельных механизмов машин, при этом она прослушивается для выявления шума или стука. Записи всех наблюдений, сделанных во время испытания, вносятся в журнал испытаний и на основе их делается заключение о качестве выпускаемой машины.

В случае обнаружения во время испытаний каких-либо дефектов их устраняют или непосредственно на стенде, или в «дефектном» отделении, куда машина направляется после снятия с испытательного стенда. После устранения дефектов машина поступает на повторное испытание.

Испытания машин по назначению и длительности могут быть следующих видов:

обычное испытание, которому подвергается каждая выпускаемая машина;

повторное испытание, которому подвергаются машины после устранения у них дефектов, обнаруженных при первом (обычном) испытании;

выборочное испытание, которому подвергается только некоторая часть выпускаемых машин; количество машин, подлежащих выборочному испытанию, устанавливается техническими условиями на сдачу машин;

специальное испытание, которое производится с целью исследования и изучения специально поставленных вопросов или особенностей машины или агрегата (механизма), ее свойств, условий эксплуатации, износостойкости отдельных деталей и т. п.; такого вида испытание бывает длительным и многократным.

Режим и длительность каждого вида испытаний зависят от характера машин, производственной программы выпуска, требований, предъявляемых к машине, назначения испытания. Виды испытаний, их количество, режим и длительность определяются техническими условиями на изготовление и сдачу (приемку) машин. Механическое испытание — обкатку — обычно проходят все выпускаемые машины. В качестве примеров длительности испытаний можно указать, что длительность обычного испытания карбюраторного двигателя грузового автомобиля среднего тоннажа составляет 60 мин, из которых на холодную обкатку тратится 20 мин, на работу двигателя на топливе без нагрузки — 15 мин и с нагрузкой, с доведением до полного числа оборотов — 25 мин.

Дизель тяжелого грузового автомобиля подвергается испытанию на стенде в течение 4 ч при работе его на топливе; из этого времени 30 мин он работает без нагрузки, остальное время с нагрузкой, с постепенным повышением числа оборотов и нагрузки.

§ 2. ОБОРУДОВАНИЕ, СОСТАВ И ПЛАНИРОВКА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

Характер основного оборудования испытательных станций зависит от рода машин и режима их испытаний.

Для механического испытания — обкатки — применяется стенд соответствующей конструкции, на который устанавливается испытуемая машина, приводимая во вращение электродвигателем. К стенду подводятся коммуникации для воды, топлива и выхлопа газов; стенд должен быть оборудован соответствующими контрольно-измерительными приборами. На такого рода стендах производится обкатка двигателя на топливе без нагрузки. Парное расположение таких стендов предусматривает холодную обкатку одного двигателя другим, который, таким образом, получает некоторую нагрузку.

Для испытания машин под нагрузкой применяется различное оборудование, соответствующее характеру и типу испытываемых машин; так, для поглощения мощности испытываемых двигателей пользуются гидрав-

лическими и электрическими тормозами, а также иногда воздушными винтами. Тормоза выполняются балансирными и в соединении с весовым механизмом образуют динамометр, позволяющий измерять мощность на валу двигателя.

Для испытания двигателей целесообразно иметь централизованную систему подачи топлива, масла, воды. Топливо может быть жидкое или газообразное (светильный, генераторный, сжиженный газ). Жидкое топливо подается к стендам под напором из раздаточных баков, расположенных на высоте до 2—3 м; наполнение баков производится насосами. Цистерны с топливом помещаются в земле на расстоянии 15—20 м от станции; емкость их бывает различная и рассчитывается примерно на трехдневную потребность или несколько больше. Жидкое топливо подается по трубам, которые внутри станции располагаются в закрытых каналах и засыпаются песком. Газообразное топливо подается по трубам, расположенным открыто.

Централизованная подача масла к каждому стенду производится из общей сети от центральной емкости под напором. Масло подается непосредственно в масляную магистраль двигателя (автомобильного, тракторного); при испытании двигателя спускное отверстие картера остается открытым и через него проходит отработанное масло, которое после прохода через фильтры и центрифуги поступает обратно в маслопитательную систему. Если напор масла падает, автоматически выключается подача топлива или выключается зажигание.

Централизованная подача воды для поддержания постоянного теплового режима двигателя во время его испытания предусматривает подачу предварительно подогретой (до 60—70°) воды к каждому стенду из общей магистрали. Подогрев воды производится в центральной емкости пароподогревателем.

Отвод отходящих газов при испытании двигателей осуществляется посредством выхлопной системы. При небольшом количестве испытательных стендов устраивается индивидуальный отвод газов для каждого стенда. При значительном количестве стендов (например, на автомобильных и тракторных заводах) отвод отходящих газов производится через сборный коллектор для всей станции; коллектор делается в виде бетонного канала или металлической трубы, помещаемой в канале.

Для проведения испытания машины составляется план, который состоит из следующих операций:

- 1) установка машины на стенде;
- 2) присоединение всех коммуникаций, например для двигателя — подводок для питания, охлаждения, смазки и т. д.;
- 3) испытание машины;
- 4) отключение всех коммуникаций;
- 5) снятие машины со стенда.

В плане указываются в последовательном порядке основные операции испытания с указанием времени на каждую операцию и потребного количества рабочих. Основное время, затрачиваемое непосредственно на испытание, принимается в соответствии с техническими условиями; время вспомогательное, т. е. время на выполнение вспомогательных операций, устанавливается на основании опытных данных.

Потребное для испытания количество стендов зависит от количества машин, подвергающихся испытанию в течение года, и длительности испытания, складывающегося из времени на отдельные операции. Количество машин, подвергающихся повторным испытаниям по каждому виду испытаний, определяется в процентном отношении от всего количества машин, проходящих испытание (принимают примерно 10—15%).

Количество стендов $C_{\text{н}}$ определяется по следующей формуле:

где M — количество машин, подлежащих испытанию в течение года;

T_u — общее время на испытание одной машины, включающее время на ее установку и снятие, присоединение и отключение коммуникаций и на само испытание, ч;

M_n — количество машин, подвергающихся повторному испытанию в течение года;

$T_{п}$ — общее время на повторное испытание одной машины, включающее те же элементы времени, что и T (длительность самого испытания может отличаться), ч;

$P_{ст}$ — номинальный годовой фонд времени стенда при работе в одну смену, ч\

m — количество рабочих смен в сутки;

K_c — коэффициент, учитывающий простой стенда из-за ремонта и других причин (K_c можно принимать равным 0,98);

/** $\Delta_{ст}$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени стенда для одной смены, ч.

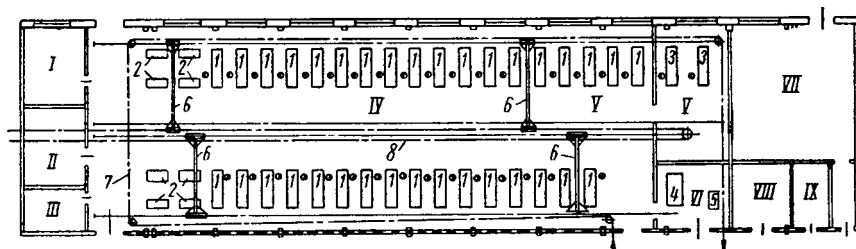


Рис. 111. План испытательной станции цеха двигателей автомобильного завода:

/ — сансарная бригада; II — кладовая обменных деталей; III — инструментально-раздаточная кладовая; IV — отделение испытания двигателей; V — камера выборочных испытаний; VI — умформерная; VII — помещение маслохозяйства; VIII — кладовая; IX — кабинет начальника цеха; 1 — стенды для испытания, оборудованные асинхронными машинами; 2 — стенды для разборки и ремонта двигателей; 3 — стенды с балансирной динамомашинной постоянной тока; 4 — умформер для возбуждения балансирной динамомашинной; 5 — умформер для питания системы зажигания двигателей; 6 — кран-балка; 7 — подвесной конвейер для подачи двигателей со сборки на испытание; 8 — межцеховой подвесной конвейер для подачи испытанных двигателей на главный сборочный конвейер

Количество рабочих, необходимое для проведения испытаний, также зависит от числа испытываемых в течение года машин и длительности испытания, аналогично тому, как подсчитывается количество сборщиков для стационарной сборки машин по формуле (229).

В зависимости от типа и конструкции машин испытание проводят или в испытательном отделении при сборочном цехе, или в специально отведенном для этой цели помещении — испытательной станции. Если испытание проходит в отделении сборочного цеха, то выделенное для него помещение располагается или в сборочном пролете, или в пролете, параллельном ему. Испытательные отделения или станции располагаются в особом здании в тех случаях, когда машина при работе издает сильный шум (например, авиационные двигатели) или работает с применением вредных газов (например, аммиачные компрессоры).

В состав испытательной станции (или отделения) входят:

а) отделение для механического испытания — обкатки;

б) отделение для испытания под нагрузкой;

в) дефектное отделение;

г) подсобные помещения: кладовая для дефектных деталей, помещение для работы технического персонала, бытовые помещения и т. д.

Отделения для механического испытания и испытания под нагрузкой часто объединяют (если условия проводимых испытаний это допускают); иногда механическое испытание — обкатку и испытание под нагрузкой — производят на одних и тех же стендах (если это возможно по характеру производимых испытаний).

Площадь, необходимая для испытательного отделения (станции), определяется на основе разработанного плана расположения испытательных стендов, рабочих мест, проходов и проездов; ширина последних принимается в зависимости от применяемых средств транспорта.

Испытательное отделение (станция) должно быть оборудовано грузоподъемными и транспортными устройствами для подъема, установки, снятия и транспортирования испытываемых машин; наиболее удобны мостовые краны, кран-балки или монорельсы (однорельсовые подвесные пути) с электрическими тельферами; грузоподъемность их принимается по весу наибольшей испытываемой машины.

Испытательные станции должны иметь надежную систему вентиляции, обеспечивающую охлаждение помещения (когда при испытании выделяется много тепла), удаление проникающих в помещение продуктов сгорания, паров топлива и т. п. При проектировании вентиляции должна учитываться допускаемая концентрация газов в воздухе помещения станции.

На рис. 111 дан план испытательной станции цеха двигателей автомобильного завода.

ГЛАВА VIII. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ И ОТДЕЛЕНИЙ

§ 1. СПОСОБЫ ОКРАСКИ И СУШКИ

Окраска, т. е. покрытие изделий красками (лаками) и другими материалами, в настоящее время имеет большое значение в машиностроении, и поэтому в некоторых производствах (автомобилестроение, велосипедное производство, сельскохозяйственное машиностроение и т. д.) для окраски машин устраиваются специальные цехи. Проектирование таких цехов является особой специальностью; в настоящей главе даются только краткие сведения, необходимые для технолога-машиностроителя.

Организация процесса окраски изделий и способы окраски могут быть разные в зависимости от вида производства, размера производственной программы, характера изделий и требований, предъявляемых к качеству окраски. В связи с этим могут быть:

о к р а с о ч н ы е у ч а с т к и , на которых выполняются отдельные операции окраски в процессе производства деталей или изделий в данном цехе;

о к р а с о ч н ы е о т д е л е н и я , в которых производится окраска деталей, узлов и готовых изделий, выпускаемых данным цехом;

о к р а с о ч н ы е ц е х и , в которых производится окраска готовых машин крупносерийного и массового производства.

Окраска деталей и изделий может выполняться следующими способами: ручная окраска кистью, окраска распылением (пневматизация), окунанием, обливанием, автоматизированная окраска.

Р у ч н а я о к р а с к а к и с т ь ю применяется в единичном и мелкосерийном производстве; она требует значительной затраты времени и при тщательном выполнении дает хорошее качество.

О к р а с к а р а с п ы л е н и е м с применением сжатого воздуха более производительна и может быть использована для защитного и декоративного покрытия изделий разных размеров.

О к р а с к а о к у н а н и е м применяется большей частью при крупносерийном и массовом производстве изделий простой формы. Изделие погружают в ванну с краской (лаком). Процесс погружения может выполняться двумя способами: 1) изделие опускается в неподвижную ванну или, реже;

2) ванна поднимается к изделию.

О б л и в а н и е применяется для окраски крупногабаритных изделий с большими поверхностями, когда окунание затруднительно.

О к р а с к а в б а р а б а н а х , к о л о к о л а х , а в т о м а т а х и других специальных устройствах применяется для мелких деталей массового производства.

Окраска может быть стационарная (изделие неподвижно) и подвижная (изделие перемещается).

В мелкосерийном и единичном производстве применяются стационарная окраска и окраска с маятниковым (возвратно-поступательным) движением изделий при тупиковой сушильной камере (рис. 112, а); в серийном производстве — окраска с маятниковым движением при проходной сушильной камере (рис. 112, б). В поточно-серийном производстве окраска производится с периодической подачей изделия; при этом движение может быть маятниковое (при тупиковых сушильных камерах) или прямоточное (при проходных сушильных камерах). В массовом и крупносерийном производствах окраску можно производить с периодическим движением (рис. 112, в)

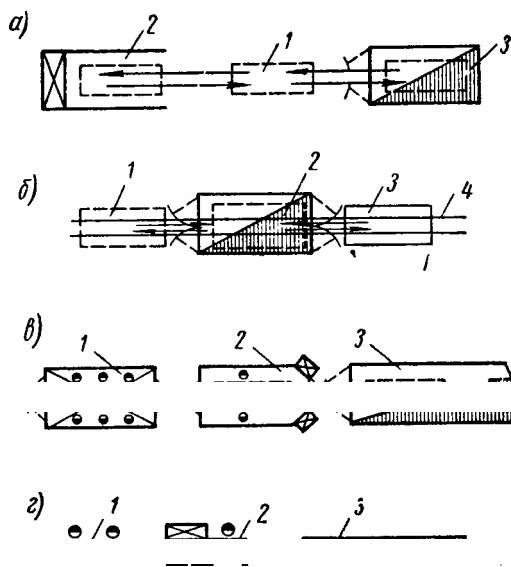


Рис. 112. Схемы движения деталей при окраске и сушке:

а — схема маятникового движения изделия при тупиковой сушильной камере: 1 — позиция подготовки; 2 — позиция окраски; 3 — позиция сушильной камеры; б — схема маятникового движения изделия при проходной сушильной камере: 1 — позиция подготовки; 2 — сушильная камера; 3 — позиция окраски; 4 — рельсовый путь; в — схема периодического движения изделия при проходной сушильной камере: 1 — камера для подготовки; 2 — распылительная камера; 3 — сушильная камера; 4 — распылительная камера; 5 — схема непрерывного движения изделия при проходной сушильной камере: 1 — позиция подготовки; 2 — распылительная двусторонняя камера; 3 — сушильная камера

или с непрерывным движением изделий (рис. 112, г) при проходных сушильных камерах.

Для перемещения изделий в процессе окраски и сушки используются рельсовыми и безрельсовыми тележками, однорельсовыми подвесными путями с тельферами, напольными и подвесными транспортерами, конвейерами с непрерывным или периодическим движением.

Перед окраской поверхности изделия необходимо очистить. Очистку производят механическим и химическим способами.

Для механической очистки применяются дробеструйные аппараты, пневматические молотки, электрические и пневматические шлифовальные машины, механические щетки и т. п.

Химическую очистку и обработку производят растворами для травления, обезжиривания, фосфатирования в ваннах, подогреваемых паром или электричеством. Перед окраской детали промывают в моечных машинах; у некоторых типов моечных машин имеются сушильные камеры.

Оборудование краскоприготовительного отделения зависит от способа раздачи лакокрасочных смесей: при ручной раздаче смеси применяются краскотерки, краскомешалки и др.; при раздаче смеси по трубам баки-раздатчики и баки-смесители, снабженные лопастными мешалками с электродвигателем. Баки оборудуются измерительными приборами. Трубы располагаются по стенам или потолку цеха или же в каналах под полом.

Установка для окраски распылением состоит из распылителя, масловодоотделителя и красконагнетательного бачка. Распылитель предназначен непосредственно для распыления подаваемой жидкой краски и нанесения ее на поверхность, подлежащую окраске. Масловодоотделитель служит для очистки сжатого воздуха от влаги и паров масла; кроме того, он регулирует

подачу сжатого воздуха в распылитель и красконагнетательный бачок, из которого краска подается под постоянным давлением к распылителю. Снабжение сжатым воздухом производится обычно из центральной заводской сети или из специальной цеховой компрессорной.

Оборудование для окраски окунанием состоит из ванн для ручного или механизированного окунания. Ванны для ручного окунания (в зависимости от объема) имеют приспособления для ручного или механического перемешивания краски. Ванны для механизированного окунания имеют форму трапеции (с наклоном боковых сторон $30\text{--}45^\circ$); размер их зависит от размеров окрашиваемых изделий и трассы конвейера. Установка для окраски механизированным окунанием включает в себя сушильные камеры, образуя один агрегат, обслуживаемый подвесным конвейером.

Оборудование для окраски обливанием может быть выполнено в виде установок для ручного или механизированного обливания. В первом случае установка состоит из бака-раздатчика, в который краска (лак) подается насосом, рабочего стола для окрашиваемого изделия, шланга, направляющего краску из бака на изделие, и ванны, в которую собирается стекающая краска. Установка для механизированного обливания имеет камеры с помещающимися в ней форсунками, направляющими краску на окрашиваемое изделие; краска стекает в резервуар, помещенный под камерой; после фильтрации краска снова подается в форсунки.

После окраски изделия подвергаются сушке.

Сушка окрашенных изделий может быть естественная и искусственная. Последняя требует значительно меньше времени для высыхания краски, благодаря чему уменьшается потребная производственная площадь.

Искусственная сушка может быть разных видов:

сушка подогретым воздухом — подогрев воздуха производится газом, паром, электричеством; сушка ведется в закрытых камерах при $55\text{--}220^\circ$;

сушка рефлекторная производится лучистой энергией источника света (специальные электрические лампы), направленного при помощи рефлектора на окрашенную поверхность; время высыхания красок значительно (в $3\text{--}5$ раз) меньше, чем при сушке подогретым воздухом;

сушка с нагревом током высокой частоты применяется при массовом производстве однотипных стальных деталей;

сушка инфракрасными лучами применяется для сушки цветных эмалей.

Применение того или иного способа сушки зависит от характера и размера производства, вида лакокрасочных материалов. Продолжительность сушки и тепловой режим принимаются в соответствии со свойствами лакокрасочных материалов.

Разработка технологического процесса окраски с указанием операций, применяемого оборудования, инструмента, лакокрасочных материалов и норм времени оформляется в виде технологических карт (при подробной разработке) или в операционных ведомостях (при менее подробной разработке).

Пропускная способность каждого рабочего места при стационарной окраске определяется аналогично определению пропускной способности стенда при стационарной сборке по формуле (204); количество рабочих мест аналогично подсчету количества стендов при стационарной сборке по формуле (205).

При поточном производственном процессе окраски расчет основных параметров — такта выпуска изделий, скорости движения конвейера, рабочей длины, количества рабочих мест на позиции и т. д. — определяется аналогично расчету этих величин при поточной сборке (см. соответствующие формулы для поточной сборки).

Потребное количество отдельных видов оборудования (агрегатов, барабанов, автоматов и др.) определяют исходя из заданного выпуска изделий в единицу времени и производительности оборудования в соответствующую единицу времени по формуле

$$C_{\text{а}} = \frac{M_{\text{и}}}{L_{\text{а}}} \quad (240)$$

где $C_{\text{а}}$ — потребное количество единиц оборудования (агрегатов) данного типа;

$M_{\text{и}}$ — заданный выпуск изделий в единицу времени, шт.;

$L_{\text{а}}$ — количество изделий, выпускаемых в единицу времени данным типом оборудования (агрегатом), — производительность.

Потребное количество оборудования (агрегатов), загрузка которого производится рабочим вручную (ванны для окунания и др.), определяется по формуле

$$T_{\text{мр}} \quad (241)$$

где $C_{\text{а.вр}}$ — потребное количество единиц оборудования (агрегатов) данного типа;

T — общее время, затрачиваемое на окраску одного изделия, включающее ручные действия, ч.;

$M_{\text{пр}}$ — годовой выпуск изделий по программе, шт.;

— действительный (расчетный) годовой фонд времени единицы оборудования при работе в одну смену, ч.;

m — количество рабочих смен.

При расчете необходимого количества оборудования и рабочих мест для окраски время, затрачиваемое на окраску изделий, необходимо привести в соответствие с тактом выпуска сборочного цеха. При укрупненном проектировании потребное количество единиц оборудования (агрегатов) можно определить по технико-экономическому показателю — годовому выпуску готовой продукции, приходящемуся на единицу оборудования, выраженному в штуках изделий или в тоннах.

Количество производственных рабочих определяют исходя из количества единиц оборудования и количества рабочих, необходимых для обслуживания каждого агрегата, или же исходя из общего времени, затрачиваемого на окраску всех изделий по годовой программе. При поточной работе количество производственных рабочих равно числу рабочих мест. При укрупненном проектировании количество производственных рабочих можно определить по технико-экономическим показателям:

а) по годовому выпуску продукции на одного производственного рабочего, выраженному в штуках изделий, тоннах или рублях;

б) по трудоемкости, т. е. затрате времени на окраску одного изделия или 1 m изделий, выраженной в человеко-часах.

Трудоемкость принимается по практическим данным с учетом усовершенствования методов работы и организации производства.

§ 3. ПОКРЫТИЕ СМАЗЫВАЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Отдельные готовые детали, собранные узлы и изделия, подлежащие хранению или транспортированию, перед упаковкой покрывают тонким слоем антикоррозионной смазки (консервация).

Применяемые для этого масла и смазки не должны содержать кислоты и воды. Смазка должна быть прочной, обладать хорошей прилипаемостью к поверхности детали, противостоять действию тепла в период хранения или транспортирования; в то же время она должна легко удаляться при протирке тканью, пропитанной растворителями (бензин, керосин, спирт).

В качестве предохранительной смазки применяют масла (для непродолжительной защиты), технический вазелин, различные смеси, содержащие

масло, вазелин, канифоль, воск, парафин, олифу и пр.; применяются так называемые оружейная смазка, пупечная смазка.

Детали с нанесенной на них незатвердевающей смазкой обертываются парафиновой бумагой.

Перед покрытием антикоррозионной смазкой поверхности детали должны быть очищены, промыты горячей водой в баках или моечных машинах с применением моющих растворов, содержащих соду, мыло или эмульсии, после чего следует промыть чистой водой или подогретым минеральным маслом и расплавленным техническим вазелином. После мойки детали сушат в сушильных шкафах нагретым воздухом или обдувкой теплым сжатым воздухом, что более производительное.

На наружные поверхности деталей и изделий смазку наносят пульверизатором (распылителем) или кистями (последний способ малопродуктивен). Отдельные детали можно покрывать также окунанием в подогретую смазывающую жидкость. Внутренние поверхности покрывают смазкой путем заливки и пульверизации, а также шприцами и дозирующими аппаратами.

Подготовленные таким образом к хранению или отправке детали и собранные изделия упаковывают в соответствующую тару.

§ 4. СОСТАВ И ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ

В состав окрасочных цехов (отделений) входят: окрасочное отделение (участок), отделение (участок) подготовки, краскозаготовительное отделение, отделение покрытий смазывающими веществами, склад лакокрасочных материалов, экспресс-лаборатория, помещение для ремонтной бригады, бытовые помещения.

Планировка оборудования в окрасочном отделении и отделении подготовки выполняется в соответствии с технологическим процессом и принятой формой организации производственного процесса. На основании планировки оборудования и рабочих мест с учетом расстояний между ними, проходов и проездов, принимаемых в зависимости от применяемых средств транспорта, определяется необходимая площадь каждого производственного отделения.

Планировка всех отделений и участков, соответствующая последовательности производственного процесса, определяет общую требуемую площадь цеха (отделения). При укрупненном проектировании, когда планировка оборудования не производится, необходимая площадь окрасочного отделения, отделения подготовки и других определяется на основе удельной площади, т. е. площади, приходящейся на единицу оборудования. Общая площадь всего окрасочного цеха или отделения при укрупненном проектировании может быть определена по технико-экономическим показателям:

- а) по производственной площади на одного производственного рабочего наибольшей (по количеству рабочих) смены в M^2
- б) по годовому выпуску готовой продукции G в M производственной площади в тоннах или штуках.

Окрасочные цехи и отделения должны размещаться в огнестойких зданиях или помещениях, изолированных от других помещений; расположение окрасочных участков в потоке технологического процесса допускается без отделения их огнестойкими перегородками. Участки подготовки (очистки), дающие вредные выделения в атмосферу, должны быть отделены от других помещений глухими перегородками. В окрасочных и других помещениях, в которых происходят вредные выделения, необходимо устраивать приточно-вытяжную вентиляцию. Температура в помещениях окрасочных цехов должна быть 16—20°.

Высушенные после окраски и покрытые смазывающими веществами изделия направляются через экспедицию на склад готовой продукции или для погрузки в железнодорожные вагоны. Некоторые виды изделий перед

отправкой упаковывают в соответствующую тару. Упаковка производится в упаковочном отделении. Количество рабочих мест этого отделения подсчитывается аналогично подсчету для стационарной сборки. По количеству рабочих мест, на основании планировки их с учетом проездов и проходов, определяется потребная площадь. Упаковочное отделение оборудуется грузоподъемными и транспортными устройствами (монорельсовыми подвесными путями с тельферами, балочными кранами и т. п.), которыми пользуются для подъема изделий при упаковке и погрузке их для вывоза.

ГЛАВА IX. ПРИМЕРЫ ПРОЕКТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ И СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Для ознакомления с планировкой механических и сборочных цехов ниже приводятся планы этих цехов по проектам из разных отраслей машиностроения.

§ 1. ПЛАН МЕХАНИЧЕСКОГО И СБОРОЧНОГО ЦЕХОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫХ (ПРОДОЛЬНОГО ТИПА) И КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ

Механический цех (класс II, группа 1)*, показанный на рис. 113, расположен на площади 4788 м² в семи пролетах, каждый шириной 12 м. В пролетах установлены следующие линии станков: в первом для обработки станин, во втором — для обработки колонок, кареток и шлифовальных бабок, в третьем — для обработки столов и плит, рычагов и крышек, в четвертом — для обработки корпусных деталей и планок, в пятом — для обработки зубчатых колес, вкладышей и крупных фланцев, а также для обработки колец, втулок и коротких валков, в шестом — для обработки шпинделей и длинных валов и линия для обработки цилиндров, в седьмом — отделения нормалей. Планировка оборудования всех линий предусматривает прямолинейное движение деталей. В конце четвертого, пятого и шестого пролетов расположен промежуточный склад для мелких деталей. Один инструментально-раздаточный склад находится в пристройке, примыкающей к первому пролету, другой в седьмом пролете.

В начале цеха в пролете, расположенном перпендикулярно пролетам механической обработки, расположен склад заготовок и материалов, здесь же производится грунтовка деталей.

Первый пролет механического цеха обслуживается мостовым краном грузоподъемностью 5 т и балочным краном 2 т. Второй пролет обслуживается мостовым краном 5 т и пятью поворотными кранами грузоподъемностью по 1 т с вылетом 4 м, установленными у продольно-строгальных, горизонтально-расточных и фрезерных станков. Третий пролет обслуживается балочным краном 2 т и тремя поворотными кранами по 1 т с вылетом 4 м. В четвертом пролете установлены две линии рольгангов и пять поворотных кранов, а в шестом — две линии рольгангов и восемь поворотных кранов.

Цеховой склад материалов и заготовок обслуживается мостовым краном грузоподъемностью 5 т и двумя поворотными кранами: 2 т с вылетом 4 м и 1 т с вылетом 3 м. В помещение склада входит железнодорожный путь шириной колеи. Для передачи заготовок из склада под краны пролетов механической обработки проложены рельсовые пути. Транспортирование обрабо-

* По классификации механических цехов.

** В примерах проектов сетки колонн указаны типовые для того времени, когда разрабатывались проекты. В последнее время сетки колонн применяются более крупные (см. гл. III и XVIII).



а — склада заготовок, а* — ла* тумб и станин; б — для колонок и кареток; в — для шпан; Ж — место для плавильного испытания станин; з — место для зачистки литья; и — детали третьего и четвертого пролетов; // — склада маса; /// — отделение полнор контроля; VII — промежуточный склад; VIII — инструментально-раздаточный склад XI — склада корпусных деталей и окрасочное отделение; XII — верстаки для сборки XIV — места сборки столов станка; XV — роулинг для сборки тумб; XVI — верстаки XVII — тележечный конвейер для сборки шифровальных бабок; XIX — тележечный XXI — тележечный конвейер для сборки колонн и столов, XXII — тележечный конвейер цеха; XXIV — инструментально-раз

тайных деталей из первых трех пролетов на узловую сборку также осуществляется при помощи рельсового пути, проходящего поперек шести пролетов вдоль узловой сборки.

В пролете шириной 15 ж, расположенном перпендикулярно пролетам механической обработки, производится стационарная сборка редукторов, передних и задних бабок, цилиндров, узлов шлифовальных бабок на верстаках, а также поточная подвижная сборка шлифовальных бабок на тележечном конвейере. В этом же пролете производится на отдельных параллельных линиях поточная подвижная сборка (на тележечных конвейерах) кареток, колонок и столов, а также общая сборка станков. Здесь же на рольгангах производится сборка тумб. Общая сборка станков производится на тележечном конвейере. Такт выпуска поточной линии общей сборки 60 мин. Пролет обслуживается мостовым краном грузоподъемностью 5 т. В одном конце этого пролета расположено окрасочное отделение. Площадь, занимаемая узловой и общей сборкой, равна 1080 ж². Бытовые помещения на чертеже не показаны, так как дана только часть корпуса.

§ 2. ПЛАН И РАЗРЕЗЫ МЕХАНИЧЕСКОГО И СБОРОЧНОГО ЦЕХОВ ЗАВОДА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

План механического и сборочного цехов (класс IV, группа 1) для производства доменного, агломерационного, прокатного и другого оборудования с выпуском 20000 т готовой продукции в год показан на рис. 114.

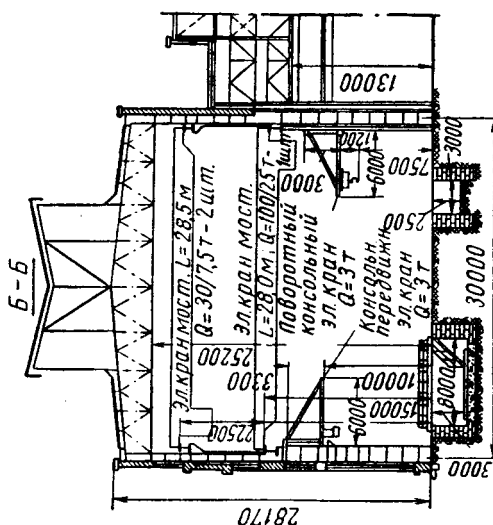
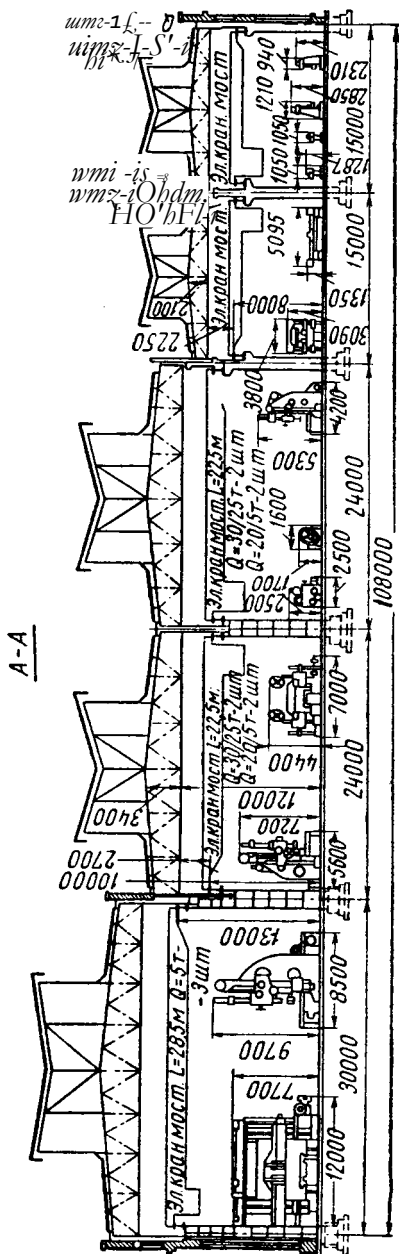
Механический цех расположен на площади 19 440 ж³ в пяти пролетах, из которых один шириной 30 л и высотой от пола до головки подкранового рельса 13 м, два — шириной по 24 м и высотой 10 ж и два шириной по 15 ж и высотой 8 ж. В первых трех пролетах размещены станки крупных размеров, в двух последних — остальное оборудование, а также ремонтная мастерская и заточное отделение, инструментально-раздаточный склад, отделение брикетирования стружки, экспериментальное и баббитозаливочное отделение. В конце двух пролетов шириной 24 ж и одного шириной 15 ж расположены промежуточный склад, два склада приспособлений (в каждом из двух пролетов), инструментально-раздаточный склад, склад арматуры и метизов.

Все пролеты цеха оборудованы мостовыми электрическими кранами. В пролете шириной 30 ж имеются три крана грузоподъемностью по 50 т; каждый из пролетов шириной 24 ж обслуживается двумя мостовыми кранами по 30 т и двумя мостовыми кранами по 20 т. Один пролет шириной 15 ж обслуживается двумя кранами по 10 т и одним 5 т, другой пролет шириной 15 ж — двумя кранами по 5 т и двумя балочными кранами по 3 т.

В цеховой склад материалов и полуфабрикатов, расположенный в начале первых трех пролетов, входит железнодорожный путь широкой колес. В средней части механического цеха другой железнодорожный путь пересекает поперек все пролеты цеха. В концах пролетов механической обработки проложены рельсовые пути, по которым при помощи перегрузочных тележек осуществляется передача деталей и узлов в сборочный пролет.

Отделение узловой сборки сборочного цеха располагается в конце пролетов механической обработки, а общая сборка — в перпендикулярном к ним пролете шириной 30 ж и высотой от пола до головки рельса верхнего подкранового пути 22,5 ж; площадь цеха 36 000 ж². В конце сборочного пролета расположена площадка для окраски и упаковки изделий.

В сборочном пролете шириной 30 ж для обслуживания цеха мостовыми кранами предусмотрено двухъярусное расположение подкрановых путей. Нижние подкрановые пути предназначены для электрического мостового крана грузоподъемностью 100 т, верхние — для двух мостовых кранов грузоподъемностью по 30 т. Кроме того, цех обслуживается тремя консольными передвижными кранами грузоподъемностью по 3 т и вылетом 6 ж.



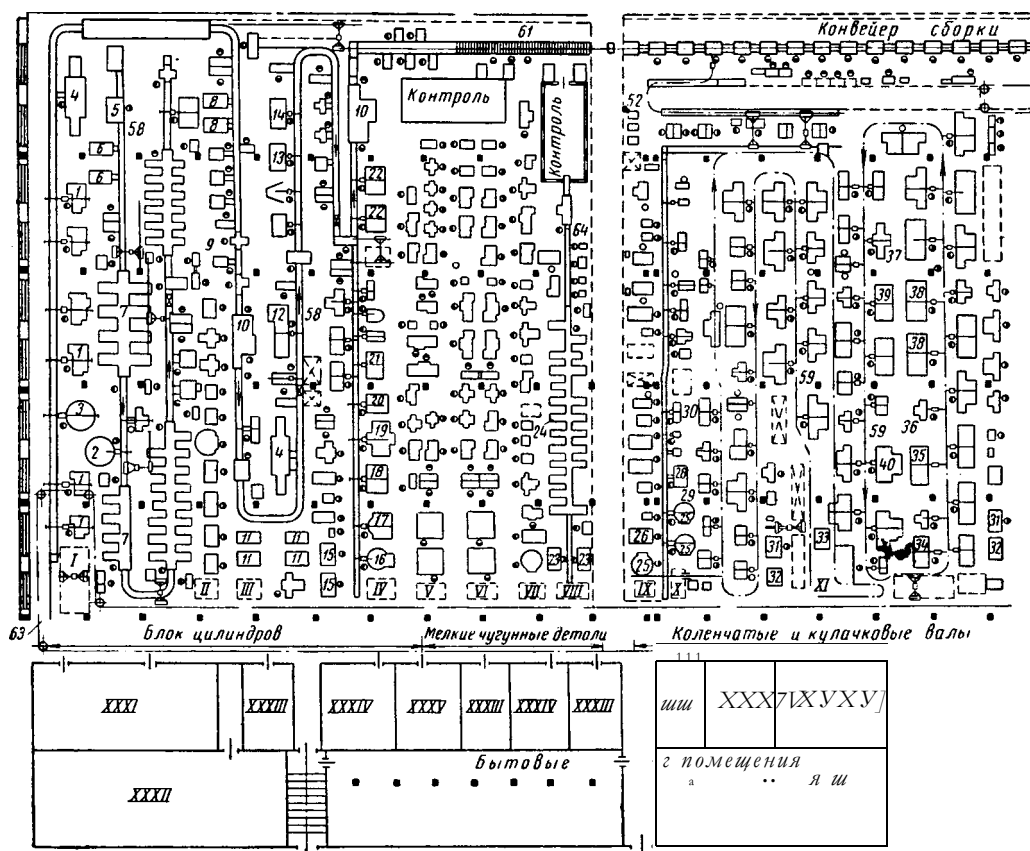
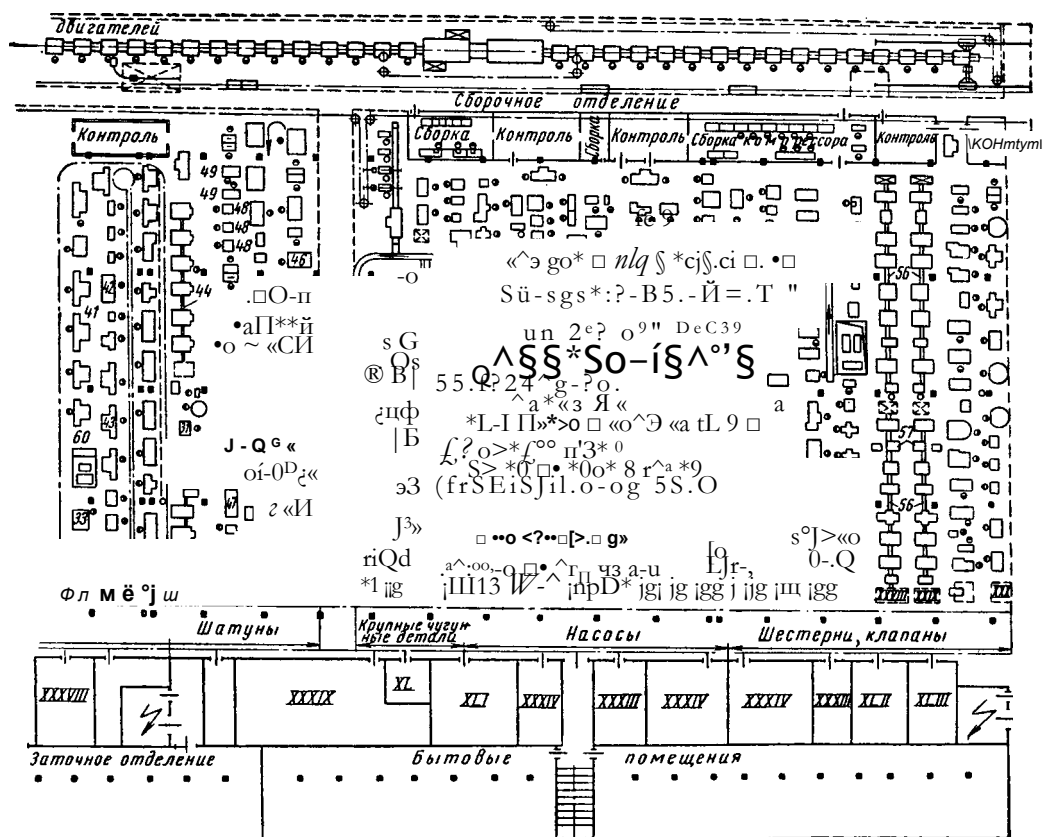


Рис. 115. План механического и сборочного цехов для

Складочные площадки перед линиями обработки двигателей: / — линии блока IV — линии картера сцепления; V и VI — линии поршневых колец; VII — линии шкива коленчатого вала и линии коленчатого вала; XII — линии кулачкового вала; XIII — линии пальца поршня; XIV — линии шатуна деления; XV/III — линии корпуса масляного насоса; XIX — линии корпуса водяного насоса; XX — линии шкива ХЛ/УУ — линии картера компрессора; 07V — линии шестерни распределительного вала; XXV — линии шестеренки; XXVI/III — линии клапана всасывания; XXIX — линии клапана выхлопа; XXX — линии толкателя, подстанция; XXXIII — контора отделения; XXXIV — инструментально-раздаточная кладовая, отделение смазчиков; XXXV/III — помещение электриков; XXXIX — мастерская для ремонта инструмента и приспособлений; XL/II — кладовая вспомогательных материалов. Основные специальные станки и другое: 3 — специальный шестипиндальный сверлильный станок; 4 — горизонтально-протяжный станок туннельного типа, состоящие из комплекса одно- и двусторонних многопиндальных сверлильных, расточных и резбональных; 15 — специальные двусторонние $1/2$ -пиндальные горизонтальные сверлильно-фрезерные; 16 — карусельный позиционный стол; $1/2$ -двусторонний четырехпиндальный барабано-фрезерный; 19 — специальный агрегатный горизонтально-сверлильный станок; 22 — специальные расточные станки; 23 — специальные сверлильно-гопшпидальные станки; 26 — шестипиндальные токарные полуавтоматы; 26 — специальный сверлильный агрегатный вертикально-сверлильный 30-пиндальный станок с четырехпозиционным столом; 29 — балансирная линия; 33 — машинный генератор 200 квт; 34 — фрезерно-центровальный станок; 35 — специальный токарный с центральным приводом; — специальный токарный полуавтомат для шатуновых шеек; 40 — круглошлифовальный резцовый полуавтомат; 43 — круглошлифовальный станок; 44 — автоматические линии для обработки пальца; 45 — плоскошлифовальные станки; 46 — вертикально-протяжные станки; 47 — внутришлифовальные станки; 52 — специальный агрегатный 40-пиндальный горизонтально-сверлильный; 52 — специальный агрегатный 24-пиндальный расточный станок; 54 — специальный двусторонний четырехпиндальный станок; 55 — специальные закладные автоматы; 58 — рольганг; 59 — подвесной цепной конвейер для межоперационного тирования кулачкового вала; 61 — рольганг; 62 — подвесной цепной конвейер для передачи собранных узлов.



производства двигателей автомобильного завода:

цилиндров; /У — линии направляющих втулок клапана; III — линии крышки коренных подшипников; IV — линии распределения; VIII — линии поршня; IX — линии диска сцепления; X — линии маховика; XI — линии с крышкой; XV — линии головки блока; XVI — линии коллектора; XVII — линии крышки шестерни распределителя компрессора; XXI — линии коленчатого вала компрессора; XXII — линии блока цилиндров компрессора; масляного насоса и коленчатого вала; XXVI — линии зубчатого венца маховика; XXVII — линии храповика; XXVIII — линии шестерни; XXIX — линии шестерни; XXXI — участок заварки блока; XXXII — трансформаторная; XXXIII — измерительный пункт; XXXIV — кладовая абразивов; XXXV — помещение шорников и шлифовальщиков; XL — кладовая; XLI — кладовая приспособлений; XLII — кладовая измерительного инструмента; оборудование поточных линий: 1 — специальные фрезерные барабанные станки; 2 — плоскошлифовальный; типа-5 — специальные фрезерные; 6 — специальные расточные шестипиндельные; 7 — автоматические лезвиевые агрегатные станки; 8 — специальные расточные прецизионные; 9 — гидравлический пресс танально-расточный; 13 — специальный расточный для тонкой расточки; 14 — специальный плоскошлифовально-сильно-фрезерный; 17 — специальный трехколонный агрегатный сверлильный 25-пиндельный с четырех-заточным фрезерным; 20 — специальный агрегатный сверлильный; 21 — специальный двусторонний шестипин-дельный агрегатный; 24 — автоматическая линия для обработки поршня, состоящая из 12 специальных мно-гопиндельных агрегатов с четырехпозиционным столом; 27 — станок для суперфиниша; 28 — специальный вальный; 30 — станок для суперфиниша; 31 — станки для закалки токами высокой частоты; 32 — шкаф управ-ления; 36 — гидравлический пресс; 37 — круглошлифовальный; 38 — специальные токарные полуавтоматы вальный станок для шатунных шеек; 41 — специальный токарный станок; 42 — специальный токарный мно-гопиндельный станок, состоящий из бесцентрово-шлифовальных станков и специального двустороннего расточного станка; 48 — хонинговальный станок; 49 — алмазно-расточные станки; 50 — карусельно-фрезерные станки; 51 — спе-циальный вертикально-сверлильный нарезной с четырехпозиционным круглым столом; 53 — специальный дву-сторонний агрегатный пятипозиционный станок; 56 — автоматические линии для обработки клапанов; ного транспортирования коленчатого вала; 60 — подвесной цепной конвейер для межоперационного транспор-та и деталей на общую сборку двигателей; 63 — подвесной цепной конвейер для подачи заготовок; 64 — рольганг

Станки и другое оборудование: 1 — 2 — фрезерно-центровальные полуавтоматы*
мат; в — токарный; / — горизонтально-фрезерный; 8 — шпоночно-фрезерный; 9 — болторезный; 10 — 14 — круг-
лод 45°; 17 — вертикально-сверлильный; /а — вертикально-протяжный; 19 и 20 — вертикально-свер-
тально-сверлильный станок с четырехпозиционным барабаном; 23 — горизонтально-фрезерный* 24 — круг-
томат; 27 — токарный многорезцовый полуавтомат; 28 — вертикально-сверлильный; 29 — горизонтально-
ный; 33 — резбобфрезерный; 34 — круглошляпфальный; 35 — двусторонний горизонтальный двухшпин-
ный; 36 — радиально-сверлильный станок; 39 — специальный двусторонний вертикально-сверлильный
сверлильный; 41 — специальный четырехшпиндельный фрезерный с двумя накопными и двумя вер-
тикальными шпинделями; 44 и 45 — токарные станки; #1 — горизонтально-фрезерный; 47 — вертикально-
51 и 52 вертикально-сверлильный; 53 — револьверный; 54 — вертикально-сверлильный * 55 — верти-
кальный автомат; 60 — карусельный; 61 — токарный; 62 — вертикально-сверлильный; 63 — радиально-сверлильный-
с четырехпозиционным круглым столом; 66 — резбонарезной; 67 — гидравлический пресс* 68 — нас-
тоящий горизонтально-фрезерный станок; 73 — вертикально-сверлильный двухшпиндельный; 74 — кругло-шли-
77 круглошлифовальный; 78 — вертикально-протяжный станок для наружного протягивания* 79 и
83 — пресс для определения твердости (шариком); 84 и 85 — закалочные станки; 86 — генератор тока
с центробежным прессом; 90 — гидравлический пресс; 91 — вертикально-сверлильный; 92 — агрегатный
пресс; 95 — вертикально-сверлильный; 96 — 98 — горизонтально-фрезерные станки; 99 — общерочно-шли-
101 — вертикально-протяжный; 103 и 104 — карусельно-фрезерные; 105 — вертикально-сверлильный*
106 — токарные полуавтоматы вертикальные, шестшпиндельные; 115 — вертикально-сверля-
ные; 120 — вертикальный внутришлифовальный с круглым столом; 121 — сварочный генератор посе-
но-расточный двухшпиндельный, двусторонний; 124 — радиально-сверлильный; 125 — агрегатный
фрезерный двухшпиндельный; 128 — вертикально-расточный; 129 — горизонтально-расточный дво-
сто-центральный приводом; 131 — вертикально-фрезерный станок; 132 — агрегатный вертикально-свер-
сая машина; 135 — электромеч; 136 — радиально-сверлильный; 137 — электродвигатель с гибким
дальний вертикально-сверлильный с четырехпозиционным круглым столом; 143 — горизонтально

токарно-многолезвийный полуавтомат; 4 — токарный станок; 5 — токарно-многолезвийный полуавтомат; 15 — гидравлический пресс; 16 — крутошлифовальный станок с установкой крутошлифовальный; 21 — станок для снятия фасок; 22 — специальный двусторонний пятишпиндельный горизонтально-шлифовальный; 23 — токарный многолезвийный полуавтомат; 24 — фрезерно-центральный станок с фрезерный; 30 — вертикально-сверляльный; 2/ — горизонтально-фрезерный; 32 — вертикально-шлифовальный; 36 — моющая машина; 37 — зачистный станок с гибким валом; станок с двумя пятишпиндельными головками; 40 — специальный двухшпиндельный вертикально-сверляльный; 42 — револьверный станок для патронных работ; «вертикально-сверляльный сверляльный; 48 — болторезный; 49 — настольно-сверляльный; 50 — горизонтально-фрезерный; калено-фрезерный; 56 — токарный; 57 и 58 — револьверные; 59 — пятишпиндельный патронный полуавтомат; 64 — горизонтально-фрезерный; 65 — агрегатный девятишпиндельный вертикально-сверляльный станок тольная бабка; 69 — моющая машина; 70 — крутошлифовальный станок; 7/ — моющая ванна; 72-го-шлифовальный; 75 — токарный многолезвийный полуавтомат; 76 — фрезерно-центральный полуавтомат; 80 — зубофрезерные полуавтоматы; 81 — генератор тока высокой частоты; 82 — закалочный станок; высокой частоты; 87 — крутошлифовальный; 88 — двусторонний ободочно-шлифовальный; 89 — эк-горизонтально-сверляльный; 93 — продольно-фрезерный двухшпиндельный; 94 — вертикально-протяж-шлифовальный с вертикальным шпинделем; 100 — продольно-фрезерный; 101 — вертикально-сверляльный; 106 — моющая машина; 107 — карусельный; 108 — вертикально-сверляльный; 109—112 — карусельные; ный; 116 — радиально-сверляльный; 117 — вертикально-сверляльный; 118 — токарный; 119 — ка руса в-движной; 122 — специальный двусторонний горизонтальный гидравлический пресс; 123 — горизонталь-четырёхсторонний сверляльный 32-шпиндельный; 126 — горизонтально-фрезерный; 127 — продольно-ронный, двухшпиндельный; 130 — токарный многолезвийный полуавтомат с четырьмя суппортами и-лиальный 13-шпиндельный; 133—вертикально-сверляльный; 134 — каспальная подвесная гидравличес-валом; 138 — гидравлический пресс; 139—141 — радиально-сверляльные; 142 — агрегатный девятишпин-фрезерный /— вертикально-сверляльный; /— вертикально-фрезерный; 146 — токарный; 147 — то-

§ 3. ПЛАН ЦЕХА ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ЗАВОДА

Цех (рис. 115) предназначен для производства двигателей грузовых автомобилей; в состав цеха входят механическое и сборочное отделение и испытательная станция. Цех расположен в многопролетном здании с шириной пролетов 12 ж и шагом колонн 6 ж; высота цеха до стропильной затяжки ферм 5,5 ж.

Технологические линии направлены поперек пролетов с использованием для расположения оборудования межколонного пространства.

Большая часть деталей обрабатывается в поточных линиях; в начале станочных линий находятся складочные площадки для заготовок, куда они подаются из заготовительных цехов подвесным цепным конвейером; в конце станочных линий расположены участки для узловой сборки.

Оптимальная длина технологических линий 50 ж; для деталей с большим количеством операций (блок цилиндров, коленчатые и распределительные валы, шатуны) поточные линии вследствие их значительной длины имеют зигзагообразную форму, в результате чего конечные операции по всем деталям выходят примерно на одну линию. Длина поточной линии коленчатого вала в 5 раз больше оптимальной длины; в поточную линию включена термическая обработка с нагревом токами высокой частоты. Передача коленчатых валов от станка к станку выполняется подвесным цепным конвейером; снятие с конвейера и установка на станки производятся пневматическими подъемниками на монорельсах.

В поточную линию блока цилиндров входят четыре автоматические линии. Передача блока от станка к станку осуществляется по ролям; установка блока на станок и снятие — при помощи пневматических подъемников на монорельсах. После конечной операции механической обработки, промывки в моечной машине и контрольной операции блок выходит к первой позиции сборочного конвейера.

Удаление стружки из цеха производится при помощи транспортера, расположенного в подземном проходном канале.

§ 4. ПЛАН ЦЕХА ПЕРЕДНЕЙ ОСИ И ЗАДНЕГО МОСТА ЗАВОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Отделение передней оси (класс II, группа 2) размещается (рис. 116) на площади 1816 ж², из которых 1500 ж² заняты станками и 316 ж² отведены для сборки передней оси и окраски средних и мелких деталей; в отделении 121 станок. Отделение заднего моста занимает 1864 ж², из них под станками 1540 ж² и под сборкой 324 ж²; в отделении 120 станков. Для

карный полуавтомат вертикальный, шестипиндальный; 148 — центральный двусторонний; 149 и 150 — токарные многолезцовые полуавтоматы; 151 — горизонтально-фрезерный; 152 — резбифрезерный; 153 — вертикально-сверляльный; 154 и 155 — круглошпинфальные; 156 — вертикально-сверляльный; 157 и 158 — моечные машины; 159 — резбифрезерный; 160 и 161 — зубофрезерные полуавтоматы; 162 и 163 — токарные многолезцовые полуавтоматы; 163а — ручной пресс реечный; 164 — вертикально-протяжный; 165 — вертикально-сверляльный; 166 — гидравлический пресс; 167—171 — вертикально-сверляльные; 172 — вертикально-протяжный; 173 — вертикально-сверляльный; 174 — продольно-фрезерный; 175 — вертикально-протяжный; 176 — продольно-фрезерный двухшпиндельный; 177 — агрегатный восьмипиндальный горизонтально-сверляльный; 178—180 — вертикально-сверляльные; 181 — гидравлический пресс; 182 — эксцентриковый пресс; 183 — обдирочно-шпинфальный двусторонний; 184 — вертикально-сверляльный; 185 — обдирочно-шпинфальный двусторонний; 186 — горизонтально-фрезерный; 187 — вертикально-сверляльный; 188 — настольная бабка; 189 — токарный многолезцовый полуавтомат; 190 и 191 — карусельно-фрезерные одношпиндельные; 192 — вертикально-протяжный; 193 и 194 — вертикально-сверляльные; 195 — обдирочно-шпинфальный с вертикальной осью крута; 196 и 197 — токарные полуавтоматы вертикальные, шестипиндальные; 198 и 199 — вертикально-сверляльные станки; 200 — радиально-сверляльный; 201 — вертикально-сверляльный; 202 — карусельный; 203 — вертикальный шпинфальный с круглым столом; 204 и 205 — моечные машины; 206 — карусельный; 207 — электроварочный генератор передвижной; 208 — вертикально-сверляльный; 209—212 — карусельные; 213 — фрезерно-центровальный полуавтомат; 214 — гидравлический пресс; 215 — токарный многолезцовый полуавтомат; Ж — вертикально-сверляльный; 217—219 — зубофрезерные полуавтоматы; 220—221 — вертикально-сверляльные; 222 — камера для обдувки дробью; 223—229 — установка для закалки и отпуска; 230 — гидравлический пресс; 231 — настольно-сверляльный; 232 — вертикально-притирочный для центров; 233 — вертикально-сверляльный; 234 и 235 — кругло-шпинфальные; 236—239 — шпинфальные; 240 — газогенератор; 241 — моечная машина; 242—244 — сушильные шкафы; 245 — балансировочный станок для каранных валов; 246, 249, 253, 258 — ручные прессы реечные; 247 — сварочный аппарат; 248 — клепальный станок с механическим приводом; 250, 257, 259 — пневматический пресс; 251 — подвесное приспособление для регулировки разворота колес; 252 — стенд для сборки передней оси с рессорами; 253, 256, 260 — пневматические тавотнабиватели; 254 — наждачный станок; 261 — стенд для сборки задних мостов с рессорами

этого и другого отделения удельная площадь равна 12,4 лг; сборочная площадь составляет 21% от площади, занятой станками.

Сетка колонн цеха (отделений механической обработки) 12 X 12 м. высота до затяжки фермы 5,5 м. Ширина главных проездов 4 м. Наибольшая длина технологической линии 38 м. Станочные площади отделяются от вспомогательных помещений проездом шириной 4 м, который используется для распределения заготовок по складским площадкам, расположенным в начале технологических линий. Складские площадки обслуживаются кран-балками. Обработанные детали со станков поступают непосредственно на сборку.

§ 5. УЧАСТОК «БЛОК ЦИЛИНДРОВ» МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЛИТРАЖНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Поточная линия для обработки блоков цилиндров малолиitraжных автомобилей (рис. 117), рассчитанная на выпуск 200 000 блоков в год, включает в себя три автоматические линии и участки агрегатных и универсальных станков; каждая автоматическая линия находится в двойном комплекте. Станки всех участков и автоматических линий работают синхронно, образуя единую поточную линию.

Технологический маршрут обработки блока цилиндров приведен ниже (в скобках после наименования станков поставлен номер, которым станок обозначен на плане):

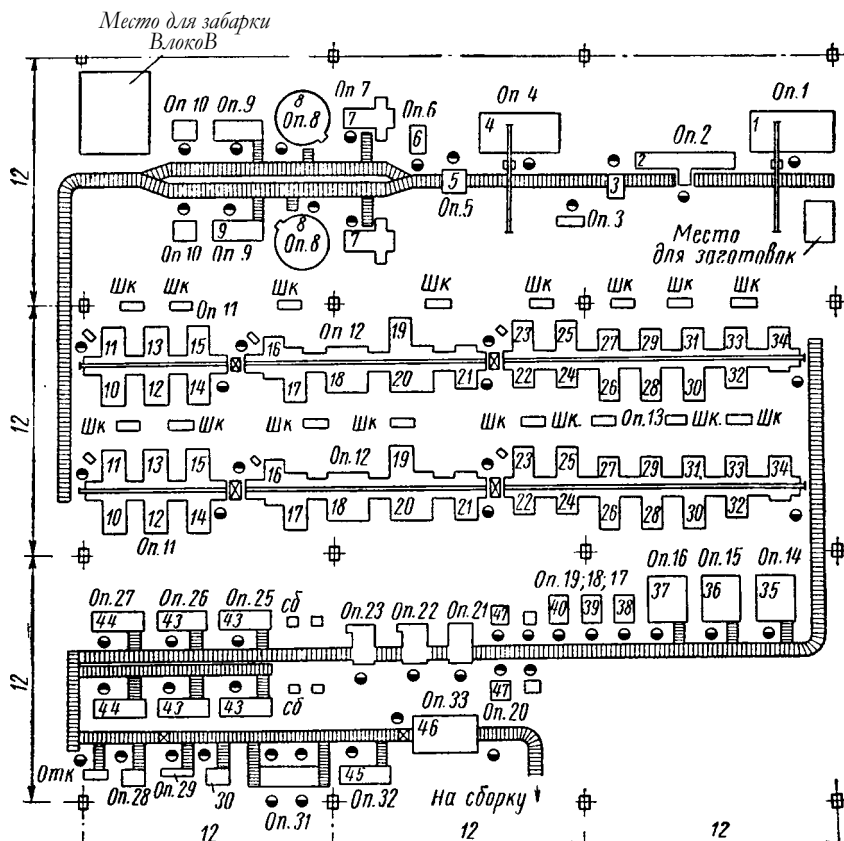
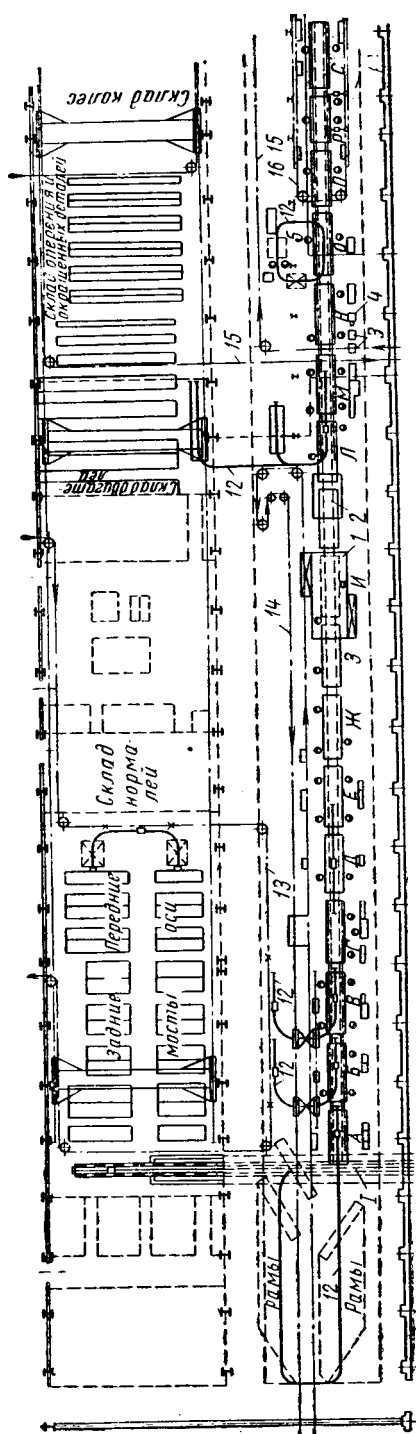
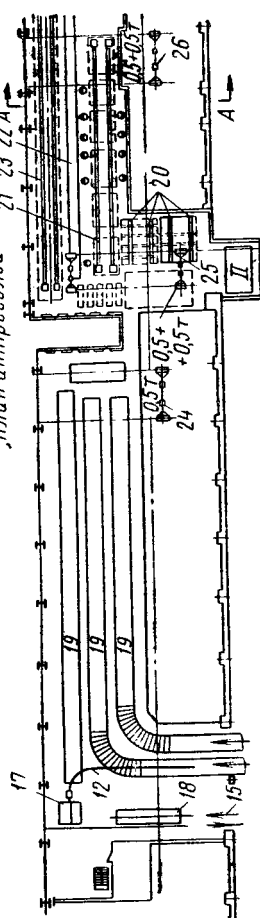


Рис. 117. План участка «Блок цилиндров» механического цеха двигателей малолиitraжных автомобилей

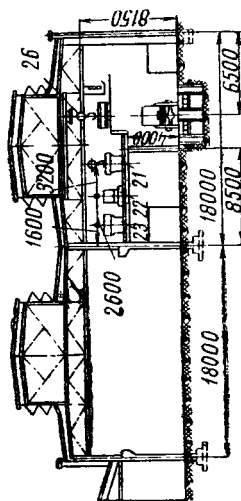
- 1) фрезерование четырех установочных бобышек и фланца под водяной патрубком — барабанно-фрезерный двухстоечный станок мод. 602 (1);
- 2) протягивание верхней и нижней плоскости — горизонтально-протяжный станок (2);



План антресолей



A-A



мобилей:

[illegible]

и цеха сбор

Пл: 0:1
е_яуеОйр?я
,Q,WH4

Рис. 1

*A*3I*LI
OçSSS.S « “S
°i'SI " *s

и * * * * *
е * в * * * * *
а * * * * *
и * * * * *
о * * * * *
о * * * * *
& * * * * *

© 3 I " " ^ i - g * o ^
III = П) K f c ? = e
“ я i i y c . U H
0 4 1 1 8 5 Q . *
j c и а з о ч о н а

- 3) сверление и развертывание двух установочных отверстий — вертикально-сверлильный двухшпиндельный станок (3);
- 4) фрезерование переднего торца и плоскости под картер сцепления — барабанно-фрезерный станок типа 6А07 (4);
- 5) фрезерование торцов связей — горизонтально-фрезерный станок мод 6Б82Г (5);
- 6) фрезерование канавки под сальник — горизонтально-фрезерный станок с планетарной подачей (6);
- 7) фрезерование плоскости под крышку распределения, плоскости для крепления бензонасоса, плоскости для крепления водяного насоса — продольно-фрезерный трехшпиндельный станок мод. 664. (7);
- 8) черновое и получистовое растачивание цилиндров — вертикально-расточный 12-шпиндельный станок с четырехпозиционным круглым столом (8);
- 9) растачивание отверстий под коренные подшипники, под кулачковый вал и цевкование горла заднего отверстия — агрегатный станок мод. А311 (9);
- 10) гидравлическая проба блока — специальная установка;
- 11) полная обработка отверстий на торцевых плоскостях блока — автоматическая линия, состоящая из агрегатных станков мод. А271, А272, А273 А274 А275 и А276 (10—15);
- 12) обработка отверстий на нижней и боковых плоскостях блока — автоматическая линия, состоящая из агрегатных станков мод. А441, А442, А443 А444 А445 и А446 (16—21);
- 13) обработка отверстий на нижней и боковых плоскостях блока — автоматическая линия, состоящая из агрегатных станков мод. А388, А389, А390, А391 А392 А393, А394, А395, А396, А397, А398, А399 и А400 (22—34);
- 14) сверление отверстий под толкатели и направляющие втулки клапанов — 16-шпиндельный вертикально-сверлильный станок с круглым трехпозиционным столом (35);
- 15) развертывание отверстий под толкатели и направляющие втулки клапанов — 16-шпиндельный вертикально-сверлильный станок с круглым четырехпозиционным столом (36);
- 16) развертывание горловины, мест под вставные седла впускных клапанов, отверстий под направляющие втулки и снятие фасок — 16-шпиндельный вертикально-сверлильный станок с круглым трехпозиционным столом (37);
- 17) зенкование клапанных отверстий — агрегатный станок, тип А595 (38);
- 18) запрессовка направляющих втулок — гидравлический пресс (39);
- 19) развертывание направляющих втулок — вертикально-сверлильный станок мод. МА5 (40);
- 20) шлифование седел под клапаны — специальный шлифовальный четырехшпиндельный станок (47);
- 21) растачивание цилиндров — вертикальный алмазно-расточный станок (41);
- 22) хонингование цилиндров начерно — вертикально-хонинговальный станок (42)';
- 23) хонингование цилиндров начисто — вертикально-хонинговальный станок (42)';
- 24) сборка блока с крышками гnezда коренных подшипников — стол;
- 25) растачивание гnezда коренных подшипников и отверстия под кулачковый вал — агрегатный станок А312 (43);
- 26) растачивание гnezда коренных подшипников и отверстия под кулачковый вал — агрегатный станок А312 (43);
- 27) растачивание гnezда коренных подшипников и отверстия под кулачковый вал — горизонтальный алмазно-расточный станок (44—44);
- 28) промывка маслопроводных каналов блока — специальная установка;
- 29) установка маслопровода — верстак;
- 30) испытание маслопроводных каналов — специальная установка;
- 31) запрессовка и развертывание втулки дистрибьютора — верстак;
- 32) растачивание вкладышей подшипников — агрегатный станок мод. А331 (45)-
- 33) промывка блока — моечная машина (46).

§ 6. ПЛАН ЦЕХА СБОРКИ И ИСПЫТАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цех (рис. 118) спроектирован с широким использованием конвейеризации сборки и подачи узлов и агрегатов из других цехов. Конвейером, проходящим в подземном туннеле, подается рама автомобиля; из прессово-кузовного цеха конвейером, проходящим на галерее, соединяющей этот цех со сборочным, доставляется кабина; из цеха двигателей конвейером подаются двигатели. Платформа автомобиля собирается на конвейере, который расположен на антресолях над главным сборочным конвейером; собранная платформа опускается с антресолей непосредственно на позицию главного сборочного конвейера, на которой платформа ставится на автомобиль. Общая длина всех конвейеров, подающих узлы и агрегаты на главный конвейер, составляет 2700 м.

ГЛАВА X. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ

§ 1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ЦЕХА

Как правило, машиностроительные заводы должны получать весь необходимый нормальный и отчасти специальный инструмент со специализированных инструментальных заводов, где его изготовление ведется методами массового и крупносерийного производства.

Современные инструментальные заводы — это крупные предприятия с механосборочными, кузнечными, термическими, вспомогательными и другими цехами. Проектирование таких заводов ведется теми же методами, которые применяют при проектировании машиностроительных заводов.

Инструментальные цехи, входящие в состав машиностроительных или других металлообрабатывающих заводов различного профиля, являются вспомогательными; они не должны изготавливать нормальный инструмент или изготавливают его в ограниченном количестве.

Каждый такой инструментальный цех обслуживает свой завод и изготавливает, ремонтирует и восстанавливает для него специальный (необходимый для данного производства) режущий, измерительный и вспомогательный (крепежно-зажимной) инструмент; а также ремонтирует и восстанавливает нормальный инструмент; изготавливает и ремонтирует приспособления для станочных, сборочных и контрольных работ, штампы, деревообрабатывающие инструменты, металлические модели, кокили, подмодельные плиты и прессформы (формы для отливки металлических изделий под давлением и отливки из пластмасс); ремонтирует пневматические инструменты и приборы.

Для рационального использования изношенного инструмента следует включать в производственную программу цеха восстановление такого инструмента, причем для выполнения этих работ должна быть составлена определенная программа. В числе работ по восстановлению изношенного или поломанного инструмента входят:

- 1) перешлифовка изношенного режущего (сверла, зенкеры, развертки и др.), штампового и измерительного инструмента на другие размеры;
- 2) хромирование изношенных поверхностей измерительного инструмента и изношенных поверхностей направляющих частей других видов инструмента (разверток, протяжек и др.);
- 3) электронаплавка и газовая наплавка режущего инструмента (фрез, протяжек, резцов и др.);
- 4) сварка поломанного инструмента;
- 5) использование непригодного инструмента в качестве заготовок для изготовления инструмента меньшего размера путем кузнечной и механической обработки после предварительного отжига.

При определении производственной программы инструментального цеха встречаются затруднения вследствие разнообразия выполняемых работ, поэтому часто невозможно установить заранее точное количество и

номенклатуру подлежащего изготовлению и ремонту инструмента. В крупных инструментальных цехах производство инструмента ведется в более значительных размерах и в некоторой части в серийном порядке по заранее установленной годовой программе.

В качестве общего положения следует установить, что инструментальный цех выполняет работы по заказам планово-предупредительного отдела завода и сдает свою продукцию в центральный инструментальный склад.

§ 2. СОСТАВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХА

В состав инструментального цеха входят отделения: механическое (станочное), слесарно-сборочное, лекальное, для ремонта пневматического и другого механизированного инструмента, шлифовально-заточное, заготовительное (часто объединяется со складом материалов), термическое, хромировочное, кузнечное, сварочное, для напайки пластин твердых сплавов, а также склад материалов и заготовок, склад вспомогательных материалов, склад готовых и исправляемых изделий, промежуточный склад, контрольное отделение, инструментальная раздаточная, измерительная лаборатория, служебные и бытовые помещения.

Станочное и слесарно-сборочное отделения делятся на специализированные участки, предназначенные для обработки инструмента определенного вида, а именно: а) режущего инструмента; б) измерительного инструмента; в) вспомогательного инструмента; г) приспособлений; д) штампов; е) металлических моделей и прессформ; ж) нормалей; з) пневматического и другого механизированного инструмента. В зависимости от размеров производства некоторые участки могут быть объединены или же выделены в самостоятельные цехи (цех штампов и моделей).

Таким образом, инструментальное производство завода может быть организовано в виде комплексного инструментального цеха, т. е. цеха, включающего в себя отделения режущего, измерительного и вспомогательного инструмента, приспособлений, штампов, металлических моделей, прессформ и кокилей, или отдельных цехов, т. е. в составе нескольких отдельных цехов: а) инструментального цеха с основными отделениями режущего, измерительного, вспомогательного инструмента, приспособлений; б) цеха (отделения) холодных штампов; в) цеха (отделения) кузнечных штампов; г) цеха (отделения) металлических моделей; д) отделения прессформ и кокилей.

Следует отметить, что кузнечные отделения организуют при крупных инструментальных цехах; инструментальные и ремонтно-механические цехи часто имеют одну общую кузницу. Иногда кузнечные работы по инструменту производятся в основном кузнечном цехе завода, для чего в нем устанавливается необходимое оборудование. Расположение кузницы в здании инструментального цеха смежно со станочным отделением нежелательно, так как работа кузнечных молотов вредно отражается на точности обработки на металлорежущих станках.

Для кузнечного отделения, так же как и для термического, требуется большая высота здания, чем для других отделений, нестораемое перекрытие, возведение капитальных стен, отделяющих его от остальной части цеха, усиленная принудительная приточно-вытяжная вентиляция. Все это часто заставляет отказываться от устройства кузнечных отделений при инструментальных цехах, и кузнечные работы по инструменту в этом случае выполняются в общей кузнице с ремонтно-механическим цехом или в основном кузнечном цехе завода.

Термическое отделение специально для обработки инструмента следует создавать при инструментальном цехе. Это объясняется особым характером термической обработки инструмента, тесной связью технологических процессов механической и термической обработки, тем, что инструментальный цех должен выпускать полностью готовую продукцию.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ

Ввиду разнохарактерности инструмента методы определения производственной программы для отдельных видов инструмента могут быть различными. В связи с этим для целей проектирования необходимо весь инструмент классифицировать следующим образом: 1) режущий; 2) измерительный; 3) вспомогательный (крепежно-зажимной); 4) приспособления; 5) штампы; 6) слесарный инструмент; 7) деревообрабатывающий; 8) пневматический и другой механизированный инструмент; 9) металлические модели, кокили, подмодельные плиты и прессформы; 10) инструмент для котельных работ; 11) инструмент для специальных работ.

Кроме того, инструмент делится на нормальный и специальный; н о р м а л ь н ы м называется инструмент, выпускаемый специализированными инструментальными заводами для обеспечения заводо-потребителей; п о д с п е ц и а л ь н ы м подразумевается инструмент, изготавливаемый самими заводами-потребителями для своих нужд. Однако нормальные резцы, как правило, все машиностроительные заводы изготавливают своими средствами.

К группе нормального режущего инструмента относятся, например, метчики, плашки, зенкеры, развертки, зенковки, фрезы, сверла, фрезерные головки, протяжки разных типов и размеров. В группу специального режущего инструмента входит весь инструмент, не изготавливаемый инструментальными заводами.

К группе нормального измерительного инструмента относятся калибры (скобы, пробки гладкие и резьбовые, конусные кольца и пробки), микрометры, глубиномеры, угломеры, рейсмасы, штангенциркули, плоскопараллельные концевые меры, линейки и т. п. К специальному измерительному инструменту относятся шаблоны и все другие, не входящие в группу нормального инструмента.

Проектирование инструментальных цехов может производиться следующими методами:

- 1) по «точной» программе («детальное» проектирование);
- 2) по «приведенной» программе;
- 3) по технико-экономическим показателям («укрупненное» проектирование).

При этом проектирование может вестись разными методами для отдельных видов инструмента одного инструментального цеха.

§ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ ПО «ТОЧНОЙ» ПРОГРАММЕ

Проектирование по «точной» программе («детальное» проектирование), предусматривающее разработку технологических процессов на все виды и типы изготавливаемых изделий, ведется для крупных инструментальных цехов при сравнительно ограниченной номенклатуре выпускаемых инструментов, когда номенклатура и количество инструмента, подлежащего изготовлению в течение года, точно известны.

Годовая программа на изготовление каждого вида инструмента устанавливается заданием в соответствии с годовой потребностью; при этом учитывается, как было указано выше, что инструментальный цех изготавливает в основном только специальный инструмент, а нормальный — в ограниченном количестве и производит восстановление и ремонт всего инструмента.

Установив на основании разработанного технологического процесса основного производства завода годовую потребность инструмента по каждому виду и размеру, а также, какой инструмент и в каком количестве будет приобретаться со стороны, разрабатывают при наличии рабочих чертежей технологический процесс изготовления инструмента каждого вида. Для этого составляются технологические карты механической обработки

и слесарно-сборочных работ (с нормированием времени) по тем же формам, какие применяются в механических и сборочных цехах. На основании подсчитанного потребного времени на изготовление каждого вида инструмента по годовой программе, определяют теми же способами и по тем же формулам (для серийного производства), что и для механических и слесарных работ, количество станков и рабочих, необходимое для выполнения установленной производственной программы.

При этих расчетах следует учитывать изготовление инструмента, требующегося не только для механических, но и для других цехов завода (деревообрабатывающего, ремонтно-механического, котельного, самого инструментального и др.), а также восстановление и ремонт всего инструмента. При отсутствии отдельной программы для этих работ время, затрачиваемое на них, принимается в процентном отношении к времени на изготовление годовой потребности нового инструмента для механического цеха (для режущего инструмента — примерно **20%**, для измерительного — **30%**). На изготовление инструмента для самого инструментального цеха принимают примерно для режущего инструмента **15%**, для измерительного — **10%**, для приспособлений — **10%**.

Годовая потребность в режущем инструменте механического цеха, главного потребителя этого инструмента, определяется по основному (технологическому) времени, необходимому для механической обработки деталей, по основной годовой производственной программе цеха, а также по продолжительности службы инструмента.

Годовая потребность Y_p в режущем инструменте по каждому виду и размеру (в штуках) выразится формулой

$$J_p = \frac{T_{0.c}}{T_A}$$

где $T_{0.c}$ — суммарное основное (технологическое) время на обработку данным инструментом всех деталей по годовой программе, ч;

T_A — действительное время службы инструмента данного вида и размера (с учетом всех возможных переточек его), ч.

Основное (технологическое) время берется из технологических карт обработки деталей в механическом цехе. Основное время T_0 (в мин), затрачиваемое на одну деталь, умножается на количество D деталей по годовой программе, подлежащих обработке с применением инструмента данного вида и размера. Таким образом (с введением множителя $1/60$), получается суммарное основное время $T_{0.c}$ на обработку данным инструментом всех деталей по годовой программе в часах:

$$T_{0.c} = \frac{\sum T_0 D}{60}$$

Продолжительность службы инструмента определяется в следующем порядке. Делением длины рабочей части инструмента L (в мм) на величину допускаемого стачивания рабочей части инструмента за одну заточку I (в мм) получают возможное количество заточек инструмента до полного использования его рабочей части $n = L/I$. Далее,

умножая время допускаемой работы инструмента без переточки t_c (т. е. величину принятой стойкости) на количество заточек инструмента до полного использования его рабочей части n , прибавляя к этому произведению время работы до первой заточки, получают расчетное время службы инструмента T_p :

$$T_p = t_c n + t_c = (n + 1) t_c = j - 1 \cdot t_c \quad (243)$$

При определении действительного времени службы инструмента $T_{\text{д}}$ учитывают соответствующим коэффициентом убыль его из-за поломок

$$T_{\text{д}} = V = \frac{1}{\sum_{i=1}^n k_i} \cdot T \quad \text{ч.} \quad (244)$$

Все расчеты удобно производить по формам, указанным в приложениях 8 и 9.

Суммарное основное время на обработку деталей в механическом цехе по каждому типу станков можно определить приближенно, не прибегая к выборке из технологических карт, по следующей формуле:

$$T_{\text{д.с}} = n_{\text{д}} \quad (245)$$

где $T_{\text{д}}$ — годовой действительный (расчетный) фонд времени одного станка, ч;

$\sum_{i=1}^n k_i$ — средний коэффициент загрузки станков механического цеха;

$n_{\text{д}}$ — средний коэффициент использования по основному времени каждого данного типа станков механического цеха.

В этом случае действительное время службы каждого инструмента ($T_{\text{д}}$) можно принять по практическим нормативным данным.

Годовую потребность отдельных видов измерительного инструмента наиболее точно можно определить на основе его износостойкости. Этот способ исчисления годовой потребности заключается в том, что подсчет производится исходя из количества деталей, которые можно измерить до средневероятного износа инструмента-измерителя.

Износостойкость измерительного инструмента зависит от следующих факторов: 1) материала инструмента и чистоты обработки его рабочих поверхностей; 2) материала изделия и чистоты его обработки; 3) типа инструмента; 4) средневероятного износа инструмента; 5) условий проверки изделия (в одном или нескольких местах, по одному или двум взаимно перпендикулярным диаметрам и т. п.); 6) повреждений инструмента.

В массовом производстве износостойкость разных инструментов-измерителей определяется количеством фактически обмеряемых деталей при износе данного измерителя на 1 МК. Для предельных калибров различных классов точности и размеров средневероятный износ установлен государственными стандартами (ГОСТ).

Таким образом, зная количество фактически измеряемых деталей при износе инструмента-измерителя на 1 МК (п) и средневероятный его износ (8), можно определить годовую потребность данного вида и размера инструмента ($V_{\text{м}}$):

$$V_{\text{м}} = \frac{II}{\text{износ}} \cdot \text{шт.} \quad (246)$$

где II — количество деталей, подлежащих обмеру данным инструментом в год.

Эта формула определяет количество потребного инструмента на рабочем месте без учета его ремонта и случайной убыли. Производимый ремонт увеличит срок службы и, значит, уменьшит годовую потребность в инструменте. Случайная убыль инструмента из-за поломок увеличит годовую потребность в инструменте. Учитывая эти два фактора, можно выразить действительную годовую потребность инструмента-измерителя данного типа ($\Lambda_{\text{д}}$) следующей формулой:

$$\Lambda_{\text{д}} = \frac{V_{\text{м}}}{k_p} \cdot \text{шт.}, \quad (247)$$

где k_p — коэффициент, учитывающий количество ремонтов, который можно принять равным 1,5—2;

ξ_y — коэффициент, учитывающий случайную убыль инструмента, который можно принять равным 1,05—1,10.

Количество измерительного инструмента для всей производственной программы на основе износостойкости определяют в следующем порядке:

1. Разрабатывают ведомость комплекта контрольно-измерительного инструмента, в которой указывается количество рабочих, приемных и контрольных измерителей, входящих в один комплект для данной детали.

Комплектом измерительного инструмента для данной детали считают количество измерителей, необходимое для проверки определенного количества деталей, причем принимается только то количество деталей, которое подлежит фактической проверке при выборочной системе контроля.

Количество измерителей, входящих в один комплект, зависит от вида производства (мелкосерийное, крупносерийное, массовое), износостойкости измерителя и количества деталей, проверяемых одним комплектом, которое принимается условно. Для массового производства количество деталей, проверяемых одним комплектом измерителей, принимается равным 100 000.

2. Далее определяется необходимое для всего производства количество комплектов измерительного инструмента; для этого пользуются формулами, приведенными в табл. 26 для массового производства.

При серийном производстве количество комплектов измерительного инструмента для рабочих обычно определяется по числу рабочих мест; для цеховых контролеров, контролеров ОТ К и приемщиков заказчика — примерно в 2 раза меньше подсчитываемого по данным табл. 26.

Таблица 26

Определение потребного количества комплектов измерительного инструмента

Назначение измерительного инструмента	Формулы для определения комплектов измерителей	Применение
Для рабочих (для измерения деталей при обработке) Для цеховых контролеров	$K_2 = 0,5 \frac{A}{100\,000}$	Для всех классов точности При сплошной (100 %) проверке всех изделий и при использовании 40% допускаемого износа рабочих измерителей
Для контролеров ОТК Для приемщиков заказчика	$K_3 = 0,5 K_1 / C_4 = 0,1 / C_4$	То же При выборочной проверке изделий и при использовании 30% допускаемого износа рабочих измерителей

Обозначения, принятые в формулах (табл. 26):

K_1 — количество комплектов измерителей для рабочих;

K_2 — количество комплектов измерителей для цеховых контролеров;

K_3 — количество комплектов измерителей для контролеров ОТК;

— количество комплектов измерителей для приемщиков заказчика;

a — коэффициент, учитывающий брак деталей в производстве; он принимается в зависимости от производства равным примерно 1,01—1,02;

A — число фактически проверяемых деталей; при 100%-ной проверке деталей A равно числу деталей по производственному заданию;

100 000 — условно принятое количество деталей, фактически обмеряемых и обслуживаемых одним комплектом инструмента.

Годовую потребность во вспомогательном (крепежно-зажимном) инструменте и приспособлениях по номенклатуре и количеству можно установить по разработанному технологическому процессу механической обработки деталей, предусмотренных годовой производственной программой механического цеха.

Потребность в штампах и производственную программу их изготовления с указанием наименования и назначения, количества и веса каждого штампа можно определить на основании разработанных технологических процессов ковочно-штамповочных работ, для которых требуются штампы.

Потребность в металлических моделях, подмодельных плитах, прессформах и кокилях по количеству и номенклатуре может быть установлена по данным технологического процесса литейного производства, для которого они требуются.

§ 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ ПО «ПРИВЕДЕННОЙ» ПРОГРАММЕ

Детальная разработка технологических процессов изготовления инструмента всех типов и размеров является длительной и трудоемкой проектной работой. Поэтому при разнообразной и обширной номенклатуре изделий, изготавливаемых инструментальным цехом крупных и средних размеров, проектирование целесообразно вести по «приведенной» программе.

В этом случае инструмент каждого вида, предусмотренный производственной программой, разбивается на группы, объединяющие инструмент схожий по конструкции, размерам и характеру обработки. В каждой такой группе выбирают два размера инструмента — наименьший и наибольший или три размера — наименьший, средний и наибольший, которые будут являться «представителями» данной группы. Для этих представителей групп разрабатывают технологические процессы с составлением технологических карт и нормированием времени по операциям, результаты которых распространяют на весь остальной инструмент данной группы. Так как технологические процессы разрабатываются на наименьший и наибольший, а иногда и на средний размеры, то в нормах времени на обработку инструмента промежуточных размеров, определяемых методом сравнения, не будет существенных неточностей, так как величины этого времени находятся в указанных границах. При разработке технологических процессов для трех представителей группы можно построить по этим данным графики времени обработки в зависимости от размеров. Время обработки для промежуточных размеров быстро и с достаточной точностью определяется по графикам.

Установив таким образом по отдельным видам обработки затраты времени на изготовление всего заданного количества инструмента, подсчитывают потребное количество станков каждого типа и количество рабочих, необходимое для выполнения годовой производственной программы цеха. Подсчет производится тем же способом, что и для механических и сборочных цехов серийного производства.

§ 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Инструментальные цехи машиностроительных заводов обычно имеют обширную и разнообразную номенклатуру изготавливаемых изделий и, кроме того, выполняют различные работы по ремонту и восстановлению разнообразных инструментов, поэтому проектирование инструментальных цехов в последние годы благодаря большому накопленному опыту и имеющимся руководящим материалам часто ведется по технико-экономическим показателям. При этом методе проектирования (называемом также «укрупненным») можно производить расчеты по следующим технико-экономическим показателям:

1) годовая потребность в инструменте, выраженная в килограммах (илиштуках), на один станок обслуживаемых цехов (режущем, измерительном, вспомогательном и приспособлениях);

2) годовая потребность в инструменте, выраженная в килограммах на 1 тонну выпуска заготовительных цехов (это относится к штампам, моделям, прессформам, кокилям, котельному инструменту, инструменту для цехов металлических конструкций);

3) трудоемкость изготовления, ремонта и восстановления инструмента, т. е. затрата времени на 1 тонну инструмента;

4) отношение количества станков инструментального цеха к количеству станков (единиц оборудования) обслуживаемых цехов (относится к инструменту режущему, измерительному, вспомогательному и приспособлениям);

5) количество основных станков цехов (отделений) кузнечных (горячих) штампов или штампов для холодной листовой штамповки на единицу ведущего оборудования кузнечного цеха (ковочные и штамповочные молоты и прессы, ковочные машины, ковочные вальцы и т. п.);

6) отношение количества основных станков отделений прессформ, металлических моделей, кокилей и опок к весу продукции, выпускаемой литейным цехом, например количество основных станков указанных отделений - на 1000 т чугуна или на 100 т цветного.

Пользуясь показателем, выражающим годовую потребность в том или другом инструменте и приспособлениях на один станок обслуживаемых цехов, можно определить годовую потребность, выраженную весом данного вида инструмента (режущего, измерительного, вспомогательного, приспособлений), для всех станков. Общий вес данного вида инструмента, потребного на год, можно выразить формулой

$$\eta_{\frac{C}{1000}} = \frac{C}{1000} \cdot \frac{C_{\text{к}}}{m} \quad (248)$$

где C — общий вес инструмента данного вида (режущего, измерительного, вспомогательного, приспособлений в зависимости от того, для какого инструмента подсчитывается вес), потребного на год (в тоннах);

$C_{\text{к}}$ — годовая потребность в инструменте данного вида (соответственно тому, для которого подсчитывается общий вес) в килограммах на один станок обслуживаемых цехов (показатель);

m — количество станков обслуживаемых цехов.

Из подсчитанного таким образом общего веса инструмента данного вида надо исключить вес той части такого же инструмента, которую завод приобретает в готовом виде.

Далее, зная показатели, выражающие трудоемкость изготовления данного вида инструмента (т. е. количество часов станочной и слесарно-сборочной работы, затрачиваемых на изготовление 1 тонны данного вида инструмента), можно определить общую затрату времени в часах на станочную обработку и на слесарно-сборочную работу для всего количества данного вида инструмента, выраженного в тоннах, подлежащего изготовлению в год.

Таким образом,

$$T_{\text{ст}} = A_{\text{ст}} \cdot \phi \cdot C_{\text{у}} \quad (249)$$

$$T_{\text{с}}^* = A_{\text{с}} < 2 \% \quad (250)$$

где $T_{\text{ст}}$ — общая затрата времени в часах на станочную обработку годового количества данного вида инструмента, выраженного в тоннах;

$A_{\text{ст}}$ — количество часов, затрачиваемых на станочную обработку 1 тонны данного вида инструмента (показатель);

$A_{\text{с}}$ — общая затрата времени в часах на слесарно-сборочную работу при изготовлении годового количества данного вида инструмента, выраженного в тоннах;

$C_{\text{у}}$ — количество часов, затрачиваемых на слесарно-сборочную работу при изготовлении 1 тонны данного вида инструмента (показатель).

Годовую потребность в инструментах и приспособлениях (в кг на один станок обслуживаемых цехов), в штампах (в кг на 1 м поковок или штампов), в металлических моделях, прессформах и кокилях (в кг на 1 м литья), а также трудоемкость их изготовления, ремонта и восстановления можно принять по практическим данным образцового предприятия или по примерным данным, приведенным в табл. 27 и 28*.

Т а б л и ц а 27

Примерные (по практическим данным) величины годовой потребности в инструменте и приспособлениях на единицу основного оборудования обслуживаемых цехов (при работе в две смены) и трудоемкости изготовления, ремонта и восстановления 1 м. инструмента и приспособлений

Технико-экономические показатели	На один металлорежущий станок, кг				На один де-ревообраба-тывающий ста-нок режуще-го инструмен-та, кг
	режущего	измеритель-ного	вспомога-тельного	приспо-соблений	
1. Годовая потребность в инструменте для про-изводства машин сред-них размеров:					
а) при единичном и мелкосерийном про-изводстве	80—90	12—14	30—40	30-40	35—40
б) при серийном про-изводстве	90—100	14—16	40—50	70—90	40—50
в) при крупносерий-ном и массовом про-изводстве	100—130	16—20	50—70	110—150	60—70
Коэффициенты:					
для крупных машин .	1,3	1,3	1,2	1,8	1,3
для малых машин . .	0,8	0,8	0,8	0,5	0,8
2. Трудоемкость изго-товления, ремонта и вос-становления 1 м инстру-мента и приспособлений:			9		
а) станочной работы, станко-часов . . .	2000—2400	3000—3500	1350—1500	900—1000	1250—1350
б) слесарно-сборочной работы, человеко-часов	200—240	1500—1750	550—750	450—500	125—135

П р и м е ч а н и я .
1. Приведенные величины годовой потребности в режущем и измерительном инструменте преду-сматривают и потребность в инструменте второго порядка, т. е. в инструменте, потребном для са-мого инструментального цеха.
2. Большие значения в таблице относятся к изделиям большей точности и сложности, меньшие — к изделиям меньшей точности и сложности.
3. При работе производственных цехов в три смены применяется коэффициент 1,3, при работе в одну смену—коэффИциент 0,7.

В число пневматического инструмента и приборов, ремонтируемых в инструментальных цехах, входят клепальные, чеканочные и рубильные молотки, трамбовки, сверлильные и шлифовальные машинки.

Время, необходимое для изготовления запасных частей и выполнения ремонтных работ, подсчитывается на основании трудоемкости этих работ, т. е. по данным о затратах времени на изготовление запасных частей и ре-монт 1 м пневматических инструментов и приборов, которые принимаются по практическим данным, или примерно 3000 ч станочной и 1500 ч слесар-но-сборочной работ.

Общая годовая потребность в запасных частях исчисляется на основа-нии их годовой потребности (в килограммах) на один прибор, которую мож-но принять равной примерно 1,5 кг для всех видов производства.

* Таблицы 27—36 составлены по нормативным материалам Гипроавтопрома, Гипротяжмаша и Гипростанка.

Подсчитав общие затраты времени на станочную обработку годового количества данного вида инструмента, можно подсчитать общее расчетное количество металлорежущих станков, потребных для изготовления данного вида инструмента по аналогичным формулам (180) и (182), т. е.

$$F, m \quad \text{Лет } Q \quad (251)$$

Зная расчетное количество станков с учетом коэффициента их загрузки, определяют принятое количество станков $S_{\text{пр}}$:

<252)

Величину коэффициента загрузки η_j можно принять равной 0,70—0,80.

Общее принятое количество станков для изготовления данного вида инструмента распределяется по отдельным типам станков в процентном соотношении, установленном на основании практических или проектных данных для определенной отрасли машиностроения.

В случае получения дробного числа станков каждого типа его округляют до целого числа в ту или другую сторону так, чтобы общее количество станков не выходило за пределы принятого количества; при таком округлении дробных чисел станков необходимо учитывать характер станков, допускающих однородную обработку (кооперирование).

Примерное процентное соотношение количества станков по типам для изготовления разных видов инструмента приведено в табл. 29.

Распределение количества станков по отделениям: режущего, измерительного, вспомогательного инструмента и приспособлений для разных отраслей машиностроения — различно. Примерное распределение количества станков по отделениям следующее: для отделения режущего инструмента — 5%, измерительного — 1,0%, вспомогательного — 2,3%, приспособлений — 2,2%, восстановления инструмента — 1,5% от количества станков основных цехов, обслуживаемых инструментальным цехом.

Помимо весового метода, годовую потребность каждого вида инструмента можно определить также в штучках по норме потребности на один станок обслуживаемого цеха. Нормы потребности устанавливаются на основе опытных данных. Далее, умножая количество, выражающее потребность в инструменте по этой норме, на количество станков каждого типа, определяют общее количество потребного инструмента.

Выяснив, какой инструмент и в каком количестве будет приобретен готовым, составляют производственную программу на остальной инструмент (в количественном и весовом выражении).

Далее проектирование можно вести двумя путями: 1) по приведенной программе с разработкой технологических процессов на инструменты-представители групп и определением количества станков, необходимых для изготовления всего инструмента по годовой программе, обычным порядком на основе нормировочного времени, потребного на изготовление инструмента, которое подсчитывается по данным расчетных норм для инструментов-представителей или по нормам, взятым из практики; 2) вести проектирование, пользуясь весовым выражением производственной программы, по затрате времени на изготовление, ремонт и восстановление 1 m инструмента.

На основе подсчета общей затраты времени, необходимого для изготовления всего инструмента по годовой программе, определяется общее потребное количество станков с распределением их по типам в процентном отношении по практическим данным или по примерным данным табл. 29.

Как отмечалось выше, при укрупненном проектировании количество станков инструментального цеха можно определить упрощенно. по процентному отношению к количеству станков

Примерное процентное соотношение станков по типам для изготовления инструмента разных видов

[illegible]

обслуживаемых основных цехов (это относится к режущему, измерительному, вспомогательному инструменту и приспособлениям). Это процентное отношение принимается в зависимости от вида и размера основного производства, характера и сложности конструкции выпускаемой продукции. На заводах специализированного и сложного машиностроения количество станков инструментальных цехов всегда больше, чем на заводах менее сложного машиностроения.

Так, количество станков в инструментальных цехах, организованных раздельно, колеблется в широких пределах —от 7 до 14% от количества станков основных цехов. Данные о процентных отношениях, относящихся к соответствующим видам производства, различных изделий (машин) в зависимости от их сложности приведены в табл. 30 и 31.

Таблица 30

Процентное отношение количества основных станков инструментальных цехов к количеству металлорежущих станков производственных цехов, обслуживаемых инструментальным цехом (без отделений штампов, моделей, прессформ, кокилей)

Характер изделий основного производства	Процентное отношение для разных видов производства		
	единичного и мелкосерийного	серийного	крупносерийного и массового
Сложные или крупные изделия	9.5—10,5	10.5—12,0	12—14
Изделия средней сложности	8.5—9,5	9.5—10.5	10,5—12,0
Изделия малой сложности или мелкие	7—8	8—9	9—10

Примечания:
1. К числу отдельных групп изделий относятся (примерно):
Сложные или крупные изделия: автомобили, тракторы, двигатели внутреннего сгорания, сложные металлорежущие станки, кузнечно-прессовые и литейные машины, тепловозы, электровозы, турбины, комбайны, полиграфические, табачные, обувные машины, металлургическое оборудование, электрические машины, горношахтное оборудование и т. п.;
изделия средней сложности: компрессоры, насосы, простые металлорежущие станки, строительные и дорожные машины, мотоциклы, химическое, текстильное, продовольственное оборудование, вагоны, краны, различные приборы, арматура, часы, весы, суда, автотракторные запасные части и т. п.;
изделия малой сложности или мелкие: сельскохозяйственные машины (кроме комбайнов), велосипеды, подшипники, инструмент, аппаратура связи и т. п.
2. Данные таблицы относятся к инструментальным цехам, обслуживающим 1000 металлорежущих станков производственных цехов завода; при другом количестве обслуживаемых станков принимают поправочные коэффициенты (указанные в табл. 31)
3. Указанные в таблице данные учитывают потребность в инструменте и технологической оснастке вспомогательных цехов; количество станков этих цехов не входит в число станков завода, обслуживаемых инструментальным цехом.

Таблица 31

Поправочные коэффициенты к табл. 30 при обслуживании инструментальным цехом менее и более 1000 металлорежущих станков

Количество обслуживаемых станков	Коэффициент
До 250	1,2
500	1,15
750	1,1
1000	1,0
2000	0,95
3000 и более	0,9

Данные этой таблицы предусматривают получение от специализированных заводов нормализованного инструмента (режущего, измерительного вспомогательного и приспособлений) в следующих размерах (в % от стоимости общей потребности в инструменте):

для единичного и мелкосерийного производства.....	30%
для серийного»	25%
для крупносерийного и массового »	20%

В связи с перспективным планом развития специализированного производства нормализованного инструмента и технологической оснастки доля получаемого металлообрабатывающими предприятиями инструмента должна возрастать, а количество оборудования собственных инструментальных цехов соответственно уменьшаться. В расчетах это учитывается следующими коэффициентами: при получении инструмента и приспособлений со стороны меньше 30% (по стоимости) принимается коэффициент 1,06—1,07; при получении со стороны 40% —0,81-ИЗ,93; при 50% —0,62^0,72; при 60% — 0,5-М),57; при 70% — 0,38-М),48 (меньшие значения коэффициентов —для крупносерийного и массового производства, большие — для единичного и мелкосерийного; средние значения — для серийного).

Таблица 32
Минимальный комплект основных станков инструментального цеха

Наименование станков	Основные размеры станков	Мощность станка, кет	Количество станков
Токарно-винторезный	160x1000	4,5	1
Токарно-винторезный	210X750	7,0	1
Токарно-винторезный повышенной точности	180X710	4,5	1
Токарно-затыловочный	наибольший размер за- тылуемой фрезы		
	40x50	0,5/1,5	1
Универсально-фрезер- ный с поворотной голов кой	250X1000	2,8	1
Вертикально-фрезерный с поворотной головкой	1250x 320	7	1
Копировально-фрезер- ный	1250x320	7	1
Поперечно-строгальный	650 (ход стола)!	4,5	1
Долбежный	200 (ход долбяка)	2,8	1
Вертикально-сверлиль- ный	25 (диаметр сверла)	2,8	1
То же	35 (диаметр сверла)	4,5	1
Координатно- расточ ной	520 x 380 (размер стола)	0,85	1
Круглошлифовальный	200X700	7,0	1
Резьбошлифоваль ный	200 x 500 (размер изде- лия)	4,5	1
Плоскошлифовальный	1000x 300 (размер стола)	4,5	1
Внутренншлифовальный	6—25 (предел диаметров шлифуемого изделия)	4,7	1
Универсально-заточной	250x600 (высота цент- ров, расстояние между центрами)	0,6	
Заточной для резцов быстрорежущей стали	50x50 (сечение резца)	2,8	1
Станок для доводки твердосплавных резцов	40 x 40 (сечение резца)	0.4	1
Станок для заточки сверл	3—12 (предел диаметров сверла)	0,65	1
Всего			20

К подсчитанному по принятому процентному соотношению (по табл. 30) количеству станков, требующихся для инструментального цеха (раздельного), надо еще прибавить станки для работ по восстановлению инструмента. Если количество основных станков инструментального цеха более 100, то в составе цеха организуется отделение или участок для выполнения таких работ. Количество станков, необходимых для восстановления инструмента и приспособлений, принимается по процентному соотношению к числу основных станков инструментального цеха в пределах от 3 до 1,5% при количестве основных станков соответственно 101 и 650.

Общее количество станков инструментального цеха, рассчитанное по процентному соотношению к числу металлорежущих станков, обслуживаемых производственных цехов с добавлением станков для восстановления инструмента, распределяется по отделениям цеха и по типам станков также в процентном отношении. Примерное процентное соотношение станков по типам приведено в табл. 29.

Если по произведенному расчету общее количество основных станков для инструментального цеха требуется меньше 15, отдельный инструментальный цех для завода не проектируется, и в этом случае завод должен получать инструмент и приспособления от районной инструментальной базы, для создания которой в сметно-финансовых расчетах проектируемого завода должны быть предусмотрены средства для долевого участия (до 4 % от стоимости строительства завода).

Таблица 33

Количество основных станков цехов (отделений) штампов, металлических моделей, кокилей и прессформ (изготовление, капитальный ремонт и восстановление) при укрупненных расчетах

Вид инструмента (оснастки)	Единица измерения, на которую принимается количество основных металлорежущих станков данного цеха (отделения)	Количество основных металлорежущих станков цеха (отделения)
Штампы для холодного листового штампования	На один пресс для мелких штампов для средних штампов для крупных	0,15—0,30 0,25—0,40 0,35—0,50
Кузнечные (горячие) штампы	На одну единицу кузнечного оборудования (ковочные и штамповочные молоты и прессы, ковочные машины, ковочные вальцы, бульдозеры) для штампов сложных и средней сложности при среднем весе горячей штамповки: 0,4—М ₀ кг 2-гЗ » 5 »	1,84—1,4 1,2—1,0 0,8
Металлические модели	На 1000 т годового выпуска отливок	0,25—0,35
Кокили	На 100 т годового выпуска цветных отливок	0,3—0,5
Прессформы для цветного литья	На 100 т годового выпуска цветных отливок	0,9—1,2
Прессформы для пластмасс	На 100 т годового выпуска изделий из пластмасс	0,3—0,4
Опоки	На 1000 т годового выпуска отливок	0,04—0,05

Примечания:

- Данные, указанные в таблице, исчислены исходя из условия полного изготовления и капитального ремонта штампов, прессформ, кокилей и прочей оснастки своими средствами. При получении всей этой оснастки, а также нормализованных деталей со стороны, в порядке кооперации, к данным таблицы применяются поправочные коэффициенты, указанные в табл. 34.
- Мелкие штампы со средним весом 1 штампа до 0,15 т/
средние * * » » 1 » 1,5 т;
крупные * * » » >1 » 8 т и более.
- Если штамповки изготавливаются из стали с содержанием углерода более 0,55%, количество основных станков на единицу кузнечного оборудования может быть увеличено на 100 %.

Примерный минимальный комплект основных станков инструментального цеха указан в табл. 32.

Для цехов (отделений) штампов, металлических моделей, кокилей и прессформ (изготовление, капитальный ремонт и восстановление) при укрупненных расчетах количество металлорежущих станков принимается по примерным данным табл. 33 и 34.

Таблица 34

Поправочные коэффициенты к табл. 33

% получаемой со стороны оснастки от всей потребности данного вида (по стоимости)	Холодные штампы, прессформы, коки ли, металлические модели, опоки	Нормализованные детали
10	0,95	0,97
20	0,90	0,94
30	0,85	0,91
40	0,80	0,88
50	0,75	0,85
60	0,70	0,82
70	0,65	0,79
80	0,60	0,76
100	0,50	0,70

Подсчитанное таким образом по каждому цеху (отделению) общее количество станков также распределяется в процентном отношении по типам станков по практическим данным соответствующей отрасли машиностроения или по примерным данным табл. 29.

**§ 7. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХОВ**

Кроме основного оборудования, в инструментальном цехе должно быть дополнительно предусмотрено вспомогательное оборудование: установка для электроискрового упрочнения режущего инструмента, электроискровой станок для прошивки отверстий и гравировальных работ, опилоочно-зачистной станок, точила двусторонние и настольные сверлильные и шлифовальные приборы с гибким валом (главным образом для изготовления штампов, металлических моделей, прессформ), настольные токарный, фрезерный, сверлильные станки, прессы (ручной, гидравлический), доводочный станок для твердых сплавов, доводочный станок для калибров, станок для притирки, полировальный станок, станок для шлифования центровых отверстий, станок для затылования, плашкозатыловочный станок, станок для клеймения, заточные станки — один для плашек, другой для метчиков, заточной станок для сегментных пил; электрические и газовые сварочные аппараты: один электрический аппарат — для стыковой сварки (для приварки хвостовиков, сверл, разверток, метчиков, пластинок к резцам), другой — для дуговой сварки — для сварочных работ по приспособлениям; газовый сварочный аппарат устанавливается для заварки штампов. Кроме перечисленного вспомогательного оборудования, могут быть приняты дополнительно и другие станки и установки специального назначения. Общее количество единиц вспомогательного оборудования в процентах от количества основных станков инструментального цеха колеблется в широких пределах — от 18 до 40%, причем 18% — для 250 основных станков инструментального цеха, 40% — для 20 основных станков. (Минимальный комплект основных станков инструментального цеха состоит, как было указано выше, из 20 единиц.)

Количество основных станков отделений ремонта инструмента и приспособлений, штампов холодных

и горячих и литейной оснастки составляет примерно 1,5—2,0% от количества металлорежущих станков механического цеха, прессов холодной штамповки и основного оборудования кузнечного цеха при ремонте оснастки литейного цеха на годовой выпуск литья до 200 тыс. *т*.

Количество заточных станков для обслуживания металлорежущих станков механического цеха завода крупносерийного и массового производства составляет примерно 4—5%, серийного, мелкосерийного и единичного производства — 3—4% от количества металлорежущих станков.*

При проектировании инструментальных цехов в целях снижения трудоемкости изготовления инструмента, а значит и уменьшения потребного количества станков и рабочих, следует учитывать возможности применения наиболее прогрессивных методов обработки и изготовления инструмента, как, например, электрическая и химикотермическая обработка, упрочнение твердым сплавом режущих граней инструмента, прецизионное литье инструмента, изготовление армированного и сварного инструмента, напайка быстрорежущей стали корпусов многолезвийного инструмента, доводка твердосплавного режущего инструмента, замена ручных шабровочных работ шлифованием или механическим шабрением и т. д.

Одновременно с применением наиболее производительных методов изготовления инструмента следует предусматривать при проектировании выпуск инструментальным цехом для производства основной продукции наиболее производительного и высокостойкого инструмента, использование которого в основных цехах уменьшит годовую потребность в инструменте.

Таким образом, добиваясь при проектировании снижения трудоемкости изготовления инструмента и уменьшения расхода его в потребляющих цехах, можно повысить технико-экономическую эффективность производства.

§ 8. РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

В рабочий состав инструментального цеха входят: 1) производственные рабочие; 2) вспомогательные рабочие; 3) младший обслуживающий персонал; 4) служащие (инженерно-технический и счетно-конторский персонал).

Количество производственных рабочих (станочников, слесарей, термистов, кузнецов, сварщиков и др.) определяется при проектировании по «точной» и «приведенной» программам на основе нормировочного времени, указанного в технологических картах, а при проектировании по технико-экономическим показателям — по трудоемкости изделий, т. е. по затрате времени на обработку 1 *т* инструмента или по тем соотношениям, которые были приведены.

Количество рабочих-станочников можно определить по числу станков с учетом коэффициента загрузки их и коэффициента многостаночного обслуживания (1,05—1,15) по формуле (188), или укрупненно — по количеству рабочих на один станок инструментального цеха; так, на один станок при работе в две смены принимают 1,7 человека.

Для определения количества рабочих слесарно-сборочных работ по данному виду инструмента надо полученное по формуле (250) общее количество часов для слесарно-сборочных работ разделить на действительный (расчетный) годовой фонд времени одного рабочего, т. е.

$$= \frac{P}{\text{Ф.в.}} \quad (253)$$

При укрупненных расчетах можно принять количество слесарей инструментальных цехов в среднем примерно 30—35% от количества станочников; для цехов (отделений) холодных штампов — 50—60%; кузнечных штампов — 30—35%, металлических моделей — 120—140%; прессформ и кокилей — 80—100%.

* Дополнительно см. гл. III, § 9, п. Б.

Количество рабочих-производственников — термистов, сварщиков, кузнецов, рабочих по металлопокрытиям — в среднем составляет примерно 8—12% от количества станочников (или для кузнечного отделения 25—35 *м* поковок, для термического 70—100 *м* обрабатываемых деталей в год на одного производственного рабочего).

Общее количество вспомогательных рабочих составляет примерно 15—20% от числа производственных рабочих; младший обслуживающий персонал — 1,0—1,5%, инженерно-технический — 10—12% и счетно-контрольный — 1,5—2% от общего количества рабочих.

Средний разряд производственных рабочих по всему цеху — примерно 4,5.

§ 9. ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ В ЦЕХЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХА.

Инструментальные цехи в зависимости от величины завода, характера производства, особенностей и объема производственного задания для самого инструментального цеха могут располагаться:

а) в отдельном здании (крупные инструментальные цехи больших машиностроительных заводов);

б) в одном здании с ремонтно-механическим цехом (здание предназначается специально для этих двух цехов; применяется для сравнительно больших заводов);

в) в одном здании с механическим цехом (обычно применяется для средних и малых заводов);

г) в общем заводском корпусе (применяется при расположении ряда однородных цехов в одном здании).

В состав инструментального цеха входит, как было указано в начале этой главы, ряд производственных отделений и вспомогательных помещений.

При планировке цеха необходимо расположить все его отделения и вспомогательные помещения так, чтобы обеспечить прямолинейность и последовательность прохождения материалов и изделий по стадиям обработки, с тем чтобы получить правильное направление грузопотоков, т. е. чтобы материалы, полуфабрикаты и готовые изделия направлялись по кратчайшему пути без обратных перемещений.

Станочное и слесарное отделения инструментальных цехов (за исключением небольших цехов) могут состоять из ряда участков (секций, отделений), предназначенных для обработки инструмента определенного вида (режущего, измерительного, вспомогательного, приспособлений и др.) Вслед за каждым специализированным участком металлорежущих станков располагается слесарно-сборочный участок для слесарной обработки и сборки инструмента того же вида.

Планировка станков, определение расстояний между ними и определение размеров главных и второстепенных проходов производится теми же методами и по тем же данным, что и при проектировании механических цехов.

Применяют следующие способы расположения оборудования:

а) по типам станков — станки всего цеха сосредоточиваются по признаку однородности обработки (для небольших цехов),

б) по порядку технологических операций — станки располагаются в порядке последовательности операций технологического процесса изготовления инструмента определенной группы (для крупных цехов);

в) по признаку изделий, когда весь цех разбит на отдельные участки (секции), предназначенные для изготовления инструмента определенных видов. В этом случае в пределах каждого участка (секции) станки могут быть расположены по типам или по порядку технологических операций.

Последний способ планировки оборудования — с разбивкой на участки по признаку изделий и расположением станков внутри участка по типам —

является наиболее удобным для крупных инструментальных цехов и применяется чаще всего.

При том или другом способе планировки оборудования шлифовальные и заточные станки следует выделять в самостоятельную группу, располагая их в помещении, отделенном от остальной части цеха стеклянной перегородкой и оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. Для удаления выделяющейся при шлифовании абразивной пыли у каждого станка, работающего «всухую», должны быть установлены вентиляционные отсасывающие устройства. При таком расположении станков в отдельном помещении можно создать централизованную вентиляционную отсасывающую систему и, кроме того, предохранить от абразивной пыли остальные станки. Шлифовальные станки, работающие с охлаждением, могут быть установлены вместе с остальными станками цеха без выделения в особое помещение.

Шлифовальное и заточное отделения, а также термическое, кузнечное, сварочное и отделения металлопокрытий рекомендуется располагать у наружных стен здания с целью лучшего обеспечения естественной вентиляцией в дополнение к приточно-вытяжной.

Оборудование и рабочие места (слесарные верстаки) для обработки наиболее точных изделий — резьбового и измерительного инструмента, а также для лекальных и доводочных работ, так же как и координатно-расточные станки, следует располагать в наиболее освещенной (естественным светом) части цеха у наружных стен. При этом координатно-расточные станки и рабочие места для лекальных работ должны быть расположены в помещениях, отделенных от остальной части цеха. Координатно-расточные станки устанавливаются на индивидуальных фундаментах.

Размеры площадей отделений цеха определяются на основании планировки оборудования. Площадь для слесарных верстаков определяется по количеству рабочих мест (тисков) слесарей, работающих в одной наибольшей по количеству рабочих смены, так как на одних и тех же тисках работает один слесарь первой смены и один — второй. Расстояние между осями тисков принимается равным 1,25—1,5 м (меньшее значение — при слесарной обработке мелких изделий, большее — при обработке крупных изделий). Размеры и устройство верстаков такие же, как и в сборочном цехе. Площадь на одного слесаря-инструментальщика в среднем составляет 4—5 м².

Общая площадь цеха определяется в результате компоновки всех отделений и вспомогательных помещений цеха.

Общая площадь на один станок инструментального цеха в зависимости от изделий завода (тяжелые и крупные, средние, легкие и мелкие) в отделениях (участках) режущего, измерительного, вспомогательного инструмента и приспособлений в среднем равна 22—28 ж², на один станок штамповочного отделения (цеха) — по холодным штампам — 35—45 м², по кузнечным (горячим) штампам — 30—40 м², на один станок отделения (цеха) металлических моделей, прессформ и кокилей — 34—40 м². Большие значения относятся к меньшим цехам.

Приведенные размеры площадей не учитывают отделений — кузнечного, термического, металлопокрытий, точного литья, центрального инструментального склада (ЦИС), измерительной лаборатории, площадь которых определяется отдельно; она исчисляется исходя примерно из 4,5—5,5 м² на один станок инструментального цеха.

Общая площадь на один основной станок заточного отделения составляет 10—12 м², отделения ремонта инструмента и приспособлений — 20—24 м², отделения ремонта холодных и горячих штампов, отделения ремонта прессформ, кокилей и металлических моделей — 25—30 м².

Площадь всех вспомогательных помещений составляет 4—5 м² на один основной станок инструментального цеха. Приведенными величинами удельных площадей пользуются при укрупненном проектировании как показателями для определения площадей отделений цеха и площади всего инструментального цеха.

В тех пролетах, где изготавливают тяжелые штампы или приспособления, устанавливают электрические мостовые краны грузоподъемностью 5, 10, 15 т, а иногда и более — 30 и 50 т (при изготовлении особо тяжелых штампов); в других пролетах устанавливают подвесные кран-балки. С целью наиболее целесообразного использования кранов участки для слесарно-сборочных работ следует располагать в том же пролете, что и участки для станочной обработки тех же изделий. У мест сборки таких приспособлений или штампов могут быть установлены также поворотные краны.

В одноэтажных зданиях инструментальных и штамповочных цехов ширина пролетов принимается равной 18 и 24 м\ при изготовлении тяжелых и крупных штампов — 24 и 30 м\ шаг колонн 6 и 12 м; высота до низа строительной формы в пролетах с подвесными кран-балками грузоподъемностью до 5 т — 7,2 и 8,4 м; в пролетах с мостовыми кранами грузоподъемностью 10, 15, 30 и 50 т высота до головки кранового рельса 8, 15; 9,65 м, высота до низа строительной фермы соответственно, 10, 8; 12, 6 м. Размеры пролетов даны применительно к условиям размещения указанных цехов в блоке с механосборочными и другими цехами в унифицированных зданиях.

В многоэтажных зданиях для инструментальных цехов с мелким оборудованием ширина пролетов принимается равной 6, 9 и 12 м; шаг колонн 6 м, высота пролетов до низа балки 6 и 7,2 м\ при этом могут быть применены подвесные кран-балки грузоподъемностью до 2 т. Все пролеты по ширине и высоте следует принимать одинаковыми.

К помещениям для термического и кузнечного отделений предъявляют особые требования: эти помещения должны иметь несгораемые перекрытия и отделены от остальной части цеха капитальными стенами; требуется большая высота здания и принудительная приточно-вытяжная вентиляция. Эти требования вызывают необходимость особой конструкции здания инструментального цеха. Термическое отделение может быть расположено или в пролете, перпендикулярном к пролетам цеха, или в крайнем параллельном пролете. В последнем случае, если используется не весь пролет, термическое отделение должно быть расположено в конечной (но не в средней) его части. Пролеты, в которых располагается термическое отделение, должны иметь верхние световые фонари, обеспечивающие естественную вентиляцию помещения. При всех случаях расположения термического отделения должно иметь по крайней мере один выход непосредственно наружу.

Кузнечные отделения, как было сказано ранее, предусматриваются большей частью при крупных инструментальных цехах; инструментальные и ремонтно-механические цехи часто имеют одну общую кузницу. В средних и малых инструментальных цехах ввиду особых указанных выше требований кузнечные отделения обычно не устраивают.

В части здания, отделенной от остального цеха капитальными стенами, помещается электросварочное отделение и отделение металлопокрытий, а также кузнечное, если оно предусматривается для инструментального цеха. Каждое из этих отделений располагается в отдельном помещении. Таким образом, в изолированной части здания, имеющей несгораемое перекрытие и большую высоту, сосредоточиваются отделения с горячей обработкой и вредным производством.

Площади термического, кузнечного, металлопокрытий и других отделений определяются в зависимости от характера и планировки оборудования и вспомогательных помещений; при укрупненном проектировании — по удельной площади или по показателю выпуска продукции отделения с 1 м² (в среднем 0,5-1,2 т/м²). Площади вспомогательных помещений цеха определяются обычно по нормативным данным, установленным практикой. Общая площадь всех производственных и вспомогательных помещений, отнесенная к одному станку инструментального цеха, указана выше.

Площади промежуточных и инструментально-раздаточных кладовых, а также готовых штампов определяются из расчета 0,8—1,0 ж², кладовых

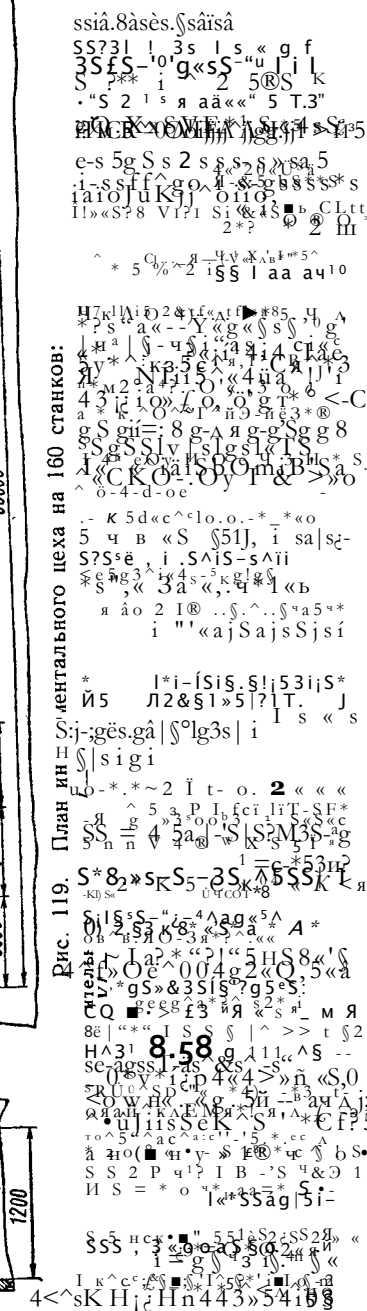


Рис 119 План индустриального цеха на 160 станков:

Рис. 119.

вспомогательных материалов и контрольного отделения — 0,1 м² на один основной станок инструментального цеха.

При определении площади склада материалов и заготовок принимают грузонапряженность пола для сортового материала 2,5—3,0 Т, для отливок и поковок — 2,0—3,0 Т на 1 м² [формулы (186) и (187)].

Для определения площади склада готовых и исправляемых изделий, а также для промежуточного, межоперационного и склада готовой продукции грузонапряженность принимается равной 0,5—1,5 Т на 1 м².

При планировке цеха должны быть предусмотрены места на возвышении для мастеров площадью 4—6 м².

Проектирование бытовых и конторских помещений для всех цехов изложено в гл. XVII. На рис. 119 приведен план инструментального цеха на 160 станков.

§ 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ПОТРЕБНОСТИ ЦЕХА
В МАТЕРИАЛАХ И ЭНЕРГИИ

Вес материалов, необходимых для изготовления инструментов и всех изделий, выпускаемых цехом, можно подсчитать приблизительно по их чистому весу с учетом процента на отходы. (Метод определения веса потребного инструмента по технико-экономическим показателям указан выше.) Вес отходов (в процентах) можно принимать примерно следующий: для режущего инструмента 50%, для измерительного — 40%, для вспомогательного (крепёжно-зажимного) — 40—50%, для приспособлений — 40—50%, для штампов горячих (кузнечных) — 40%, для штампов холодной штамповки — 40/о, для металлических моделей, кокилей — 50%, для прессформ_____40%.

Таблица 36
Примерное процентное соотношение веса материалов, потребных
для инструментально-штамповочного производства

Наименование материала	Отделения			
	Инструментальный цех (отделения режущего, измерительного, вспомогательного инструмента и приспособлений)	штампов для холодной штамповки	штампов для горячей штамповки (кузнечных)	литейной оснастки
Твердый сплав.....	0,8	0,02		
Прокатный материал, в том числе:	87,5	26,32	28,3	64,1
а) быстрорежущая сталь и ее заменители . . .	7,0	0,02		
б) конструкционная легированная сталь . . .	18,0	2,0	3,4	11,3
в) конструкционная углеродистая сталь	35,5	10,0	2,4	28,5
г) инструментальная углеродистая сталь . . .	14,0	9,0	12,0	2,1
д) инструментальная легированная сталь . . .	7,0	5,0	10,0	12,0
е) рядовой прокат . . .	6,0	0,3	0,5	10,2
Чугунное литье	7 , 8	56,0	1 _б * 14,9	
Стальное литье	1,0	12,0	4,0	9,6
Литье и прокат цветных металлов	2,5	5,3	0,3	9,6
Кубики для штампов . .		0,36	66,0	1,8
Прочие (проволока, стальная лента, трубы и пр.)	0,4	—	—	—
Итого.....	100	100	100	100

Подсчет общей потребности материалов для изготовления, ремонта и восстановления инструмента всех видов можно произвести также, пользуясь нормативными показателями, устанавливающими годовой расход металла на один основной металлорежущий станок инструментального цеха при изготовлении инструментов различных видов. Можно также определить общую потребность в материалах по годовому выпуску готового инструмента с одного основного станка инструментального цеха, увеличивая его на соответствующий процент на отходы. Величины этих показателей приведены в табл. 35.

Подсчитанный тем или иным способом общий вес материалов распределяется по видам в процентном отношении (см. табл. 36).

Потребность в энергии определяется по агрегатам, потребляющим тот или иной вид энергии, в соответствии с их технической характеристикой; при укрупненном проектировании — по технико-экономическим показателям, устанавливающим потребность в том или ином виде энергии в год на один основной станок (т. е. на единицу производственного оборудования) инструментального цеха.

Для металлорежущих станков потребность электроэнергии определяется по общей мощности установленных электродвигателей: в среднем мощность на один основной станок принимается при укрупненных расчетах равной примерно 3,0—4,0 *квт*.

Потребность в электроэнергии для оборудования термического, сварочного, кузнечного отделений и отделения металлопокрытий (двигатели, печи, ванны и другие) определяется из расчета 1,6—2,2 *квт* на один основной станок цеха. Таким образом, общая потребность в электроэнергии составит примерно 4,5—6,0 *квт* на один основной станок цеха.

Потребность в сжатом воздухе, паре, воде и топливе на производственные нужды определяется по среднему часовому расходу на один основной станок:

Сжатый воздух на пневматические зажимные приспособления и патроны (при рабочем давлении 5—6 <i>атм</i>)	1,0—1,3 <i>м³/ч</i>
Пар (на моечные машины при давлении 4 <i>атм</i>)	80—120 <i>кг/ч</i>
Вода (на моечные машины)	0,1—2,0 <i>м³/ч</i>
Смазочно-охлаждающие жидкости	5—25 <i>л</i> в сутки
Топливо для производственных печей (в переводе на условное)	0,6 1,2 <i>кг/ч</i>

§ 11. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХА

Для транспортирования и подъема материалов, заготовок и изделий в инструментальном цехе применяют ручные и электрические тележки, тельферы на монорельсах, балочные и мостовые краны.

Количество ручных тележек (грузоподъемностью 0,5 *Т*) определяют из расчета две-три тележки на 100 основных станков; электрических тележек (с подъемной платформой грузоподъемностью 1,0—1,5 *Т*) — две-три на весь цех.

Подвесные однобалочные краны (кран-балки) грузоподъемностью 1 *о т* и мостовые краны грузоподъемностью 5, 10, 15, 30 и 50 *Т* (в тяжелом машиностроении) устанавливают в пролетах, где обрабатывают тяжелые штампы и приспособления; при этом краны целесообразно использовать одновременно на станочных и слесарно-сборочных участках. Зона обслуживания мостовым краном принимается 50—60 *м* по длине пролета, подвесного однобалочного крана — 30—40 *м*.

§ 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА ИНСТРУМЕНТА,
ПОТРЕБНОГО ДЛЯ ЗАВОДА

Годовой расход инструмента, подсчитанный указанным выше способом, выражает потребность в инструменте, необходимом для выполнения основной производственной программы завода. Этот годовой расход инструмента

входит в себестоимость основной продукции, выпускаемой заводом, и поэтому определение его необходимо не только для расчета производственной мощности инструментального цеха, но и для составления калькуляции себестоимости изготавливаемых изделий.

Общее количество инструмента, необходимое для нормальной работы цехов, складывается из количества инструмента на рабочих местах, в цеховых раздаточных, в оборотных складах и на центральном инструментальном складе. На рабочем месте, помимо работающего инструмента, должен быть еще необходимый комплект запасного инструмента, благодаря которому сберегается время на хождение за инструментом или на ожидание получения инструмента взамен затупившегося.

Запас инструмента в цеховых раздаточных складах определяют исходя из количества инструмента, подлежащего замене в течение смены, умноженного на коэффициент (от 1 до 3), выражающий величину запаса. Нормальный запас должен обеспечить работу цехов во время замены инструмента на рабочих местах.

Так как запасы раздаточного склада пополняются из оборотного склада, то на последнем должно быть такое количество инструмента, которое дало бы возможность в любое время пополнить раздаточный склад. Запасы инструмента оборотного склада определяют так же, как и для раздаточного, но коэффициент принимается меньшим — от 0,5 до 2.

Количество инструмента на центральном складе определяется по месячному расходу инструмента каждого вида, умноженному на число месяцев, на которое принимается запас. Этот запас для разных видов инструмента устанавливается на срок 1—4 месяца, а иногда и больше.

Размеры запасов инструмента у рабочего места, в цеховых раздаточных складах, оборотных складах и в центральном инструментальном складе обуславливаются качеством организации инструментального дела на данном предприятии, годовым расходом и характером инструмента.

Следует отметить, что оборотные склады, снабжающие инструментом цеховые раздаточные склады, проектируются только для крупных заводов, где вследствие большого объема производства трудно организовать бесперебойное снабжение цеховых раздаточных складов непосредственно из центрального склада, как это обычно имеет место на средних и небольших заводах.

Начальный фонд инструмента, необходимый для пуска нового завода и для работы его в первый период, при проектировании инструментального цеха не должен входить в расчет, так как в дальнейшем при установившемся производстве оборудование окажется недогруженным. Чтобы обеспечить сдаваемый в эксплуатацию завод начальным фондом инструмента, необходимо раньше пустить в ход инструментальный цех или же изготовить в требуемом количестве инструмент на другом заводе.

Начальный фонд инструмента для новых заводов устанавливают в разных размерах для того или другого вида машиностроения.

В проекте машиностроительного завода необходимо привести краткие сведения об организации инструментального хозяйства:

- 1) установление классификации и индексации инструмента;
- 2) организация хранения инструмента и складов для него;
- 3) организация снабжения инструментом цехов и рабочих мест и учет инструмента;
- 4) приемка инструмента;
- 5) определение штата для складов;
- 6) производство и ремонт инструмента.

В задачи инструментального хозяйства, кроме вышеприведенных основных функций, входят разработка и проведение нормализации инструмента, проектирование специального инструмента, разработка технических условий и инструкций по приемке, испытанию и контролю инструмента и материалов для его изготовления.

§ 13. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХА

В качестве основных показателей, характеризующих технико-экономическую эффективность инструментального цеха, можно принять следующие:

1. Годовая программа цеха, выраженная весом выпускаемой продукции:
2. Количество станков инструментального цеха.
3. Основные средства цеха в рублях.
4. Годовой выпуск продукции на одного производственного рабочего в рублях и тоннах.
5. Годовой выпуск продукции с одного основного станка инструментального цеха в тоннах.
6. Основные средства цеха на единицу основного оборудования.
7. Процентное отношение количества основных станков инструментального цеха к общему количеству единиц обслуживаемого оборудования.
8. Общая площадь цеха, приходящаяся на один основной станок.
9. Производственная площадь цеха, приходящаяся на один основной станок.
10. Средняя мощность установленных электродвигателей на один основной станок цеха.
11. Средняя стоимость 1 *т* выпускаемой цехом продукции.

ГЛАВА XI. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

§ 1. ЗАДАЧИ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ*

Организация ремонтной службы имеет важное значение для машиностроительных заводов, так как от качества и своевременности ремонта оборудования зависит эффективность работы завода.

В задачу ремонтной службы входят:

- а) надзор и уход за действующим оборудованием в целях исправления мелких недочетов и возможного предупреждения поломок;
- б) своевременный (планово-предупредительный) ремонт оборудования;
- в) модернизация оборудования.

Объектом ремонта является все оборудование, которым располагает предприятие, как основное производственное, так и вспомогательное. На небольших заводах ремонт всего разнообразного заводского оборудования выполняется одним общим ремонтным цехом и вся ремонтная служба сосредоточена в отделе главного механика.

На крупных заводах ремонт оборудования всех цехов производится ремонтно-механическим цехом и ремонтными отделениями (базами) производственных цехов: ремонт электрооборудования — электроремонтным цехом; ремонт зданий и санитарно-технических устройств — ремонтно-строительным цехом.

Если в составе завода не предусмотрен отдельный электроремонтный цех (как это делается на небольших и средних заводах), то в ремонтно-механическом цехе предусматривается электротехническое ремонтное отделение; в этом случае механические работы, необходимые при ремонте электротехнического оборудования, выполняются на станках ремонтно-механического цеха. Этот же цех на таких заводах производит и ремонт санитарно-технических устройств, а ремонт зданий выполняется хозяйственной частью завода, имеющей для этой цели соответствующие бригады рабочих.

Ремонт оборудования производится по планово-предупредительной системе. Эта система заключается в том, что ремонт проводится в заранее установленные сроки после определенного количества часов работы каждой единицы оборудования. При такой системе ремонта станок не изнашивается до такой степени, что не может выполнять работу; своевременное устранение дефектов уменьшает износ частей станка, ускоряет выполнение ремонта, удешевляет его стоимость и удлиняет общий срок службы оборудования. При планировании работы производственных цехов необходимо учитывать время нахождения того или иного оборудования в ремонте.

Планово-предупредительная система ремонта включает в себя периодически выполняемые виды работ, а именно: межремонтное обслуживание, промывку, смену и пополнение масла, проверку точности, осмотр, малый и средний ремонты, капитальный ремонт.

* Даются только краткие сведения, необходимые для проектирования ремонтно-механического цеха. Организация ремонтной службы подробно рассматривается в курсе «Организация производства».

Межремонтное обслуживание предусматривает устранение мелких неисправностей и регулирование механизмов, а также наблюдение за выполнением правил эксплуатации оборудования. Межремонтное обслуживание выполняется рабочими, обслуживающими агрегаты, и дежурным персоналом ремонтной службы цеха во время перерывов в работе агрегата. Межремонтное обслуживание автоматических линий осуществляется наладчиками и операторами ежедневно (иногда — реже) в нерабочую смену или при работе в три смены — на стыке двух смен.

Выполнение всех видов ремонтных работ распределяется между ремонтно-механическим цехом и ремонтными отделениями (базами) производственных цехов в зависимости от размера предприятия и характера производства; в связи с этим устанавливается та или иная форма организации производства ремонтных работ: централизованная, децентрализованная, смешанная.

Централизованная форма организации предусматривает выполнение всех видов ремонтных работ, а также модернизацию оборудования силами ремонтно-механического цеха, находящегося в ведении главного механика завода. Такая форма организации применяется на заводах, где каждый цех имеет оборудование не более 500 ремонтных единиц.

При децентрализованной форме организации все виды ремонтных работ, включая капитальный ремонт, а также модернизацию оборудования, выполняются цеховыми ремонтными базами под руководством механика цеха. Эта форма организации ремонта применяется на заводах, цехи которых имеют оборудование свыше 800 ремонтных единиц. В этом случае ремонтно-механический цех завода изготавливает сменные детали (которые не могут быть выполнены цеховыми ремонтными базами) и запасные детали для кладовых запасных деталей, производит восстановление деталей, капитальный ремонт отдельных наиболее трудоемких и сложных агрегатов,

При смешанной форме организации все виды ремонтных работ, кроме капитального, производят цеховые ремонтные базы, а капитальный ремонт (а иногда и средний), а также и модернизацию оборудования производит ремонтно-механический цех. Такая форма организации ремонтных работ применяется на заводах, цехи которых имеют оборудование от 500 до 800 ремонтных единиц.

Все виды ремонтных работ, кроме капитального ремонта, выполняются на месте установки агрегата. Капитальный ремонт на месте производится только для тяжелых станков (весом свыше 2,5 т), остальные перевозятся в ремонтно-механический цех.

Для планирования ремонтных работ устанавливают периоды времени (количество месяцев) между двумя очередными плановыми ремонтами (нормативы межремонтных периодов), между двумя очередными осмотрами (нормативы межосмотровых периодов) и промежутки времени (количество лет) между двумя капитальными ремонтами (длительность ремонтного цикла).

Длительность межремонтных и межосмотровых периодов и ремонтных циклов принимается разной в зависимости от характера оборудования и режима его работы (в одну, две или три смены) и колеблется в широких пределах. Для металлорежущих станков нормальной точности (возрастом до 10 лет) при двухсменной работе межремонтный период находится в пределах 5,5—16 месяцев, межосмотровый — 2—6 месяцев; средняя продолжительность межремонтного цикла для крупносерийного и массового производства 5,5 лет, для серийного — 7, для мелкосерийного и единичного — 8 лет.

Структура ремонтного цикла (количество и порядок чередования осмотров, малых и средних ремонтов за период ремонтного цикла) устанавливается применительно к характеру и условиям работы данного вида оборудования.

Ниже приводится в качестве примера структура ремонтного цикла для металлорежущих станков:

легких и средних (весом до 10 т)

К—О—М—О—М—О—С—О—М—О—М—О—С—О—М—О—М—О—К;
 крупных и тяжелых (весом свыше 10 до 100 т)
 К—О—О—О—М—О—О—О—М—О—О—О—С—О—О—О—М—О—
 _О—О—М—О—О—О—С—О—О—О—М—О—О—О—М—О—О—О—К;
 здесь К — капитальный ремонт, О — осмотр, М — малый ремонт, С —
 средний ремонт.

В первом случае осмотров 9, малых ремонтов 6, средних 2, капитальных 1; во втором случае — соответственно 27; 6; 2; 1 (осмотров в среднем 20).

Внеплановый ремонт (вызванный аварией оборудования) при хорошо организованной системе планово-предупредительного ремонта, как правило, не должен иметь места.

При среднем и капитальном ремонте может применяться узловой метод ремонта, при котором узлы ремонтируемого агрегата снимают и заменяют запасными из числа ранее отремонтированных, изготовленных или приобретенных. Применение узлового метода ремонта дает возможность уменьшить время простоя оборудования в ремонте.

Продолжительность простоя в ремонте металлорежущего, деревообрабатывающего, кузнечно-прессового, литейного, подъемно-транспортного и теплосилового оборудования в неавтоматизированном производстве при работе ремонтной бригады в одну смену принимается на одну единицу ремонтной сложности:

при проверке на точность (как самостоятельная операция).....	0,1 суток
при малом ремонте.....	0,25 »
при среднем ремонте.....	0,6 »
при капитальном ремонте.....	1,0 »

При работе ремонтной бригады в две смены — соответственно 0,05, 0,14; 0,33; 0,54 суток.

Продолжительность простоя электротехнического оборудования в неавтоматизированном производстве при работе ремонтной бригады в одну смену на одну единицу ремонтной сложности принимается:

при малом ремонте.....	—0,125
при среднем ремонте.....	—0,625
при капитальном ремонте	—1,0 суток.

При работе ремонтной бригады в две смены — соответственно 0,07; 0,34; 0,54 суток.

Продолжительность простоя оборудования в автоматизированном производстве при работе ремонтной бригады в одну смену на одну единицу ремонтной сложности принимается-

при малом ремонте.....	«>0,2
при среднем ремонте.....	— 0,5
при капитальном ремонте	—0,9—1,0 суток

При работе ремонтной бригады в две смены — соответственно 0,10—0,11; 0,25—0,28; 0,50—0,54 суток.

§ 2. СОСТАВ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

В состав ремонтно-механического цеха входят основные и вспомогательные отделения, служебные и бытовые помещения.

Основные отделения: демонтажное (разборочно-промывочное), заготовительное, механическое (станочное), слесарно-сборочное, кузнечное, сварочное, термическое, трубопроводное, жестяницко-медницкое, котельное, восстановления деталей (наплавкой, металлизацией, хромированием), электроремонтное, испытательное, окрасочное и др.

Вспомогательные отделения и склады: склад металла, склад запасных частей, промежуточный склад, инструментально-раздаточная кладовая, заточная мастерская, экспедиция и др.

Служебные и бытовые помещения: контора цеха, гардеробная, уборные, умывальные, душевые, комнаты для принятия пищи и др.

Состав основных и вспомогательных отделений может меняться в зависимости от производственной мощности завода и объема ремонтных работ, выполняемых цехом.

В небольших ремонтно-механических цехах некоторые отделения объединяются, а в крупных, наоборот, их делают самостоятельными. Так, вместо электроремонтного отделения для крупных заводов проектируют отдельный электроремонтный цех. Термическое и кузнечное отделения устраивают только при крупных ремонтно-механических цехах; иногда их объединяют для инструментального и ремонтно-механического цехов. Во всех других случаях термическая обработка и изготовление поковок производятся в соответствующих цехах завода. Сварочное, трубопроводное, жестяницко-медницкое и котельное отделения иногда образуют отдельный монтажный цех.

§ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЦЕХА И ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА РЕМОНТ

Исходным материалом для проектирования ремонтно-механического цеха является ведомость оборудования, обслуживаемого ремонтом, с указанием его технической характеристики (тип, основные размеры, мощность, ремонтная сложность и т. д.). На основании этих данных составляется программа работы цеха, выраженная трудоемкостью ремонтных работ.

Трудоемкость ремонтных работ, т. е. количество часов станочной, слесарной и прочих работ, необходимое для производства ремонта, зависит от вида и характера ремонтных работ, вида ремонтируемого оборудования, его размеров и сложности конструкции. Трудоемкость того или другого вида ремонта по каждому объекту устанавливается при проектировании ремонтно-механических цехов на основании практических данных. Она может быть выражена:

1) непосредственно в часах, определяющих затрату времени на станочные и слесарные работы при выполнении какого-либо вида ремонта по каждому объекту; такой способ применяется только при расчете небольших цехов;

2) числом условных единиц, принятым в зависимости от ремонтной сложности объекта; при этом за условную единицу принимается установленная трудоемкость в часах для каждого вида ремонтной работы какого-либо механизма, принятого за эталон. Эта условная единица называется единицей ремонтной сложности, или ремонтной единицей.

Сопоставляя сложность ремонта того или другого оборудования со сложностью ремонта механизма, принятого за эталон, устанавливают для каждого объекта число единиц ремонтной сложности, которое обозначает соответствующий номер категории ремонтной сложности данного объекта*.

Трудоемкость единицы ремонтной сложности металлорежущих станков принимается в размере $\frac{1}{10}$ трудоемкости ремонта токарно-винторезного станка 1К62, который отнесен к 11-й категории ремонтной сложности и принимается в качестве эталона.

Трудоемкость единицы ремонтной сложности станочного оборудования

Распределение оборудования по группам ремонтной сложности предусмотрено типовым положением в единой системе планово-предупредительного ремонта и эксплуатации технологического оборудования.

(при работе в две смены) для разных видов ремонтных работ приведена в¹

Зная трудоемкость единицы ремонтной сложности для данного вида ремонта и номер категории ремонтной сложности какого-либо станка (агрегата), можно определить общую затрату времени (общую трудоемкость T) на выполнение данного вида ремонта станка этого типа за весь ремонтный цикл по следующей формуле:

$$T = \kappa E_p y, \quad (254)$$

где y — трудоемкость ремонтной сложности, y ;

κ_p — число единиц ремонтной сложности (категория ремонтной сложности) для данного типа ремонтируемого станка (агрегата).

Полученное таким образом время на выполнение данного вида ремонта одного станка (агрегата) определенного типа будет затрачиваться в продолжение всего ремонтного цикла, длительность которого исчисляется в несколько лет. Чтобы установить, какая часть из этого общего времени будет затрачиваться ежегодно, надо это время умножить на коэффициент цикличности.

Коэффициентом цикличности ($\zeta_{\text{ц}}$) называется отношение количества ремонтов данного вида ($\Delta_{\text{ц}}$), выполняемых за цикл, к продолжительности ремонтного цикла ($T_{\text{ц}}$):

$$K_{\text{ц}} = \frac{\Delta_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}} \quad (255) * \bullet$$

Если, например, длительность ремонтного цикла 5 лет, то для капитального ремонта коэффициент цикличности $\kappa_y = \sim = 0,2$; если малых ремонтов

шесть за цикл, то коэффициент цикличности для малых ремонтов $\kappa_{\text{ц}} = \sim = 1,2$.⁵

Умножая время, затрачиваемое на выполнение данного вида ремонта единицы оборудования определенного типа в течение всего ремонтного цикла, на коэффициент цикличности для данного типа оборудования, получим ежегодную затрату времени T_z на данный вид ремонта одного станка определенного типа, которую можно выразить следующей формулой:

$$T_z = I_{\text{ц}} = / \Gamma \kappa_p \wedge. \quad (256)$$

Пример расчета ежегодной затраты времени на ремонтные работы по этой формуле приведен в табл. 37, составленной для металлорежущих станков 10-й категории ремонтной сложности при длительности ремонтного цикла 5 лет, при работе их в две смены.

Установленная ежегодная затрата времени на ремонт единицы оборудования является исходной величиной для расчета количества станков и рабочего состава ремонтно-механического цеха.

Необходимо отметить, что единица трудоемкости ремонтной сложности принимается постоянной для всех типов станочного оборудования.

Номер категории ремонтной сложности, обозначающий число единиц ремонтной сложности, установленный для определенного типоразмера станка (агрегата), остается постоянным для всех видов ремонтных работ данного типоразмера оборудования; он имеет разное значение только для различных типов (и размеров) станка.

Для упрощения расчетов часто принимают для всех типоразмеров оборудования данного цеха (механического, кузнечного, литейного и др.) одинаковую (среднюю) категорию ремонтной сложности, например для всех металлорежущих станков — 10-ю группу, для кузнечного оборудования — 15-ю, для литейного — 8-ю и т. д.; также принимают и одинаковый (средний) коэффициент цикличности.

Средние категории сложности ремонта технологического оборудования в разных отраслях машиностроительной промышленности принимаются следующие:

автомобилестроение, производство тяжелых тракторов, судостроение	10
тракторостроение, комбайностроение	
авиадвигателестроение, тяжелое станкостроение, тяжелое дизеле-	
строение.....	{*
среднее станкостроение, вагоностроение, турбостроение	
электромашиностроение, точное приборостроение, производство под-	
шипников и мотоциклов	
производство автотракторных запасных частей, велосипедов, ком-	
прессоров, гидромашин; химическое машиностроение, мелкое стан-	
костроение	
инструментальное производство, текстильное, продовольственное,	
кожевенно-обувное машиностроение	

Для подсчета по формуле (256) ежегодной затраты времени на единицу оборудования по всем видам ремонтных работ следует все числовые значения коэффициентов цикличности, трудоемкости и категории ремонтной сложности свести в таблицу по образцу табл. 37.

Аналогично можно определить затрату времени для ремонта единицы оборудования и других цехов — кузнечных, литейных, металлических конструкций, деревообрабатывающих и т. д.

Помимо ремонта механического оборудования всех цехов завода, ремонтно-механический цех выполняет работы по ремонту трубопроводов (отопительных, вентиляционных, водопроводных, газовых и т. п.) и приборов к ним, а также механические и слесарные работы по ремонту производственных печей. Поэтому при определении годовой производственной программы ремонтно-механического цеха необходимо учитывать выполнение и этих работ.

Ремонтные работы указанных устройств можно классифицировать аналогично тому, как это было сделано для механического оборудования. По каждому виду ремонтных работ устанавливаются коэффициент цикличности, трудоемкость и категория ремонтной сложности в зависимости от вида и размера этих устройств. Вместо определения затраты времени на ремонт по трудоемкости и числу условных единиц можно для упрощения пользоваться нормативами суммарных величин затрат времени на тот или другой вид и размер трубопроводов и печей.

Для внутренних трубопроводов трудоемкость условной единицы принимается в человеко-часах на 1000 л³ здания, а для внешних — в человеко-часах на 1 га территории завода.

Часы трудоемкости распределяются между трубопроводчиками, слесарями и станочниками в определенном процентном соотношении.

Установив ежегодную затрату времени (трудоемкость) на ремонт единицы оборудования (станок, агрегат) по формуле (256) и табл. 37 и зная количество обслуживаемого ремонтом оборудования данного вида (металлорежущего, кузнечного, литейного и др.), можно подсчитать годовую затрату времени на ремонт всего оборудования данного вида ($T_{\text{в}}$)'

$$T_{\text{в}} = T_{\text{з}} B = \kappa E_{\text{г}} \kappa_{\text{а}} B \text{ ч}, \quad (257)$$

где $T_{\text{м}}$ — ежегодная затрата времени на ремонт единицы оборудования данного вида в час;

N — количество единиц оборудования данного вида, обслуживаемого ремонтом.

Объем ремонтных работ в год для всего количества оборудования данного вида может быть выражен числом единиц ремонтной сложности C_{1e} по следующей формуле:

§4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Количество станков для ремонтно-механического цеха можно определить двумя способами:

1) по трудоемкости ремонта единицы оборудования, т. е. по количеству часов, затрачиваемых на ремонт каждой единицы оборудования (детальное проектирование), и количеству единиц оборудования, обслуживаемого ремонтом;

2) по процентному отношению количества станков ремонтно-механического цеха к количеству единиц оборудования обслуживаемых цехов или по соотношению количества станков ремонтно-механического цеха и количества ремонтных единиц (единиц ремонтной сложности) технологического оборудования, установленного на заводе (укрупненное проектирование).

Первый способ можно применять в том случае, когда спецификация заводского оборудования, обслуживаемого ремонтом, известна.

Исходя из ежегодной затраты времени на станочную работу для ремонта единицы оборудования (см. табл. 37) и количества единиц оборудования, обслуживаемого ремонтом, определяется суммарная годовая затрата времени на станочную работу для ремонта всего количества заводского оборудования.

Применяя формулу (257), можно определить годовую затрату времени (в часах) на станочную работу для ремонта всего оборудования данного вида ($T_{\text{вст}}$). для чего в указанные формулы надо вместо T_c и K подставить соответствующие значения этих величин для станочной работы.

Тогда формула (257) для станочной работы примет вид

$$T_{\text{вст}} = T_{\text{см}} \cdot \text{ст.ч.} = E_p \cdot \text{цпЛГ ч}, \quad (259)$$

где $G_{\text{ст}}$ —ежегодная затрата времени на станочную работу для ремонта единицы оборудования данного вида, ч;

/2ст.ч.— станкоемкость (число часов) станочной работы единицы **ремонтной** сложности (числовые значения $T_{\text{см}}$, $A_{\text{ст.ч}}$ см. в табл. 37).

Формулой (257) можно пользоваться для расчета применительно к оборудованию одной и той же категории ремонтной сложности. Поэтому для упрощения дальнейших расчетов, как уже отмечалось выше, можно принять для всех типоразмеров оборудования данного цеха среднюю категорию ремонтной сложности, например для всего станочного оборудования механического цеха 10-ю категорию.

Таким образом, по формуле (259) подсчитывают годовую затрату времени на станочную работу для ремонта всего количества оборудования каждого вида, например металлорежущего N_1 , кузнечного B_2 , литейного N_3 и т. д. Обозначив годовую затрату времени соответственно через $T_{\text{Л,1СТ}}$, $T_{\text{Б,2СТ}}$, $T_{\text{Л,3СТ}}$ и т. д. и просуммировав эти величины, получим суммарную годовую затрату времени на станочную работу ($T_{\text{см}}^{\wedge}$) для ремонта всего количества оборудования всех видов, т. е.

$$T_{\text{ст}}^{\wedge} \sim 2 \sum_{i=1}^n T_{\text{см}}^{\wedge} = \sum_{i=1}^n E_p^{\wedge} \cdot \text{цпЛГ ч}^{\wedge} \quad (260)$$

где n — число видов оборудования — металлорежущего, кузнечного, литейного и др.;

<2я— по формуле (258).

Как видно из формулы (260), при определении годовой затраты времени на станочную работу для ремонта всего оборудования надо подсчитать суммарное количество единиц ремонтной сложности на год с учетом коэффициента цикличности для всего количества ремонтируемого оборудования (произведение $E_{\text{рлц}} \cdot \Delta 0$ и умножить на величину трудоемкости соответствующего вида ремонта $A_{\text{ст.ч.}}$; поэтому иногда общий годовой объем ремонтных

работ, как отмечалось выше, выражают суммарным числом единиц ремонтной сложности $\leq \Sigma_k$.

Подсчет суммарного времени на станочные работы, а также суммарного числа единиц ремонтной сложности удобно производить в форме таблиц, в которые сводятся все необходимые цифровые данные в порядке расчета.

Помимо станочных работ по ремонту (с изготовлением запасных и сменных частей), ремонтно-механический цех выполняет дополнительные работы по модернизации оборудования, технике безопасности, изготовлению нестандартного оборудования и специальных станков и т. д.

При расчете потребного количества станков для ремонтно-механического цеха необходимо учесть выполнение этих дополнительных работ. Для этого суммарную ежегодную затрату времени для ремонта всего оборудования увеличивают на соответствующий процент в зависимости от объема и условий работ, например на 10—20% и более — до 50%.

Исходя из общей затраты времени на выполнение всех работ ремонтно-механическим цехом и цеховыми ремонтными базами, определяют потребное для него количество станков (5) по аналогичной формуле, что и для расчета количества станков механического цеха, т. е.

$$S = T \cdot \Gamma \cdot m$$

(265)

где $T \cdot \Gamma$ — суммарное время на станочную работу в год для ремонта всего количества оборудования завода, ч\

Γ — действительный (расчетный) годовой фонд времени работы станка, ч;

m — количество смен работы ремонтно-механического цеха;

Γ_3 — коэффициент загрузки станков ремонтно-механического цеха, средняя величина которого может быть принята равной в пределах 0,75—0,80.

Режим работы (количество смен и годовой фонд времени) для ремонтно-механических цехов принимается тот же, что и для механических цехов (т. е. двухсменный)*. Полученное общее количество станков распределяют по типам, причем пользуются средними процентными соотношениями, ука-

Т а б л и ц а 38

Наименование станков

Токарные и револьверные.....	35—45
Расточные	4—5
Универсально-и горизонтально-фрезерные .	5—6
Вертикально-фрезерные	3—4
Зуборезные.....	6—7
Круглошлифовальные.....	4—5
Внутришлифовальные.....	2—3
Плоскошлифовальные.....	3—4
Специально-шлифовальные	2—3
Поперечно-строгальные	4—5
Продольно-строгальные.....	3—4
Долбежные.....	2—3
Вертикально-сверлильные.....	5—7
Радиально-сверлильные.....	3—4
Отрезные.....	2—3
Прочие.....	4—5

Всего 100

При наличии крупного ремонтного оборудования в число токарных станков включаются карусельные и лоботокарные.

* О фонде времени см. гл. III.

занными в табл. 38, выведенными на основе практики и проектных данных. (Оборудование следует выбирать универсального характера.)

При укрупненном проектировании количество металлорежущих станков ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз принимают в зависимости от количества единиц ремонтной сложности всего оборудования и серийности производства завода. Некоторые данные об этих величинах приведены в табл. 39*; они относятся к технологическому и подъемно-транспортному оборудованию цехов заводов со средней продолжительностью ремонтного цикла 5 лет — для массового и крупносерийного производства, 7 лет — для серийного производства и 8 лет — для мелкосерийного и единичного производства.

Таблица 39

Количество металлорежущих станков ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз в зависимости от количества единиц ремонтной сложности оборудования и серийности производства заводов

Количество единиц ремонтной сложности обслуживаемого технологического и подъемно-транспортного оборудования, установленного на заводе	Количество (в сумме) основных металлорежущих станков ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз при производствах		
	массовом и крупносерийном	серийном	единичном и мелкосерийном
2000	12	12	12
4000	15	12	12
6000	23	18	15
8000	30	24	21
10 000	38	30	26
15 000	53	42	36
20 000	67	52	46
30 000	94	74	65
40 000	118	98	81
50 000	141	111	97
60 000	158	123	108
70 000	185	146	127
80 000	212	166	146
100 000	250	196	—
150 000	372	—	—
200 000	500	—	—

При определении количества основных металлорежущих станков по данным табл. 39 надо учитывать следующее: данные этой таблицы предусматривают получение запасных частей со стороны в размере 20% от общей потребности в них и выполнения на стороне 10% объема капитальных ремонтов; при получении запасных частей со стороны в объеме 10% принимается коэффициент 1,06; при 30% — коэффициент 0,94; при 60% — коэффициент 0,76; при выполнении капитальных ремонтов на стороне в объеме от 20 до 60% принимаются коэффициенты соответственно от 0,97 до 0,85; если капитальный ремонт на стороне не выполняется, принимается коэффициент 1,03.

В табл. 39 станочные работы по модернизации оборудования и изготовлению нестандартного оборудования учтены в среднем в размере от 15 до 25% от годового объема ремонтных работ; при увеличении объема этих работ расчетное количество станков, исчисленное по этим таблицам, соответственно увеличивается.

Общее количество станков ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз при укрупненном проектировании иногда определяют в процентном отношении к числу единиц обслуживаемого оборудования, причем процент принимают разный в зависимости от вида производства: при средней категории ремонтной сложности оборудования 10—для массового и крупносерийного производства— от 4,3% (при 500 и менее единиц обслуживаемого оборудования) до 2,6% (при 10 000 единиц оборудования), для серийного производства — соответственно от 3,3% до 1,9%; для еди-

* Табл. 39 составлена по материалам Гипроавтопрома.

ничного и мелкосерийного производства — от 2,8 (при количестве обслуживаемого оборудования менее 500) до 2% (при 4000 единицах оборудования).

Общее количество станков ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз, принятое в зависимости от количества единиц ремонтной сложности оборудования завода (см. табл. 39) или принятое в процентном отношении к числу единиц обслуживаемого оборудования, распределяется по типам в соответствии с вышеприведенными средними процентными соотношениями (см. табл. 38).

Для небольших механических цехов подсчитанное количество станков ремонтного цеха может оказаться недостаточным для того, чтобы обеспечить полный комплект станков для всех видов обработки. В этом случае необходимо сверх подсчитанного количества добавить недостающие до минимального комплекта станки (12 станков) и предусмотреть возможность выполнения некоторых работ на станках основного механического цеха, если это позволяет их загрузка. Это необходимо иметь в виду главным образом в отношении крупных станков, которые в ремонтном цехе обычно бывают недостаточно загружены.

В состав минимального комплекта станков ремонтно-механического цеха входят: пять токарно-винторезных станков разных размеров (например, с высотой центров и расстоянием между центрами от 400 X 1000 до 630 X 2800), вертикально-сверлильный (наибольший диаметр сверления 35 мм), универсально-фрезерный (размер стола 320 X 1250), вертикально-фрезерный (320 X 1250), поперечно-строгальный (ход 650), долбежный (ход 200), универсально-круглошлифовальный (200 X 700), зубофрезерный (наибольший диаметр шестерни 750 мм). При отсутствии возможности пользоваться для ремонтных работ крупными станками в производственных цехах можно включать в минимальный комплект продольно-строгальный, радиально-сверлильный и расточный станки.

Подсчитанное тем или иным способом общее количество основных металлорежущих станков распределяется между ремонтно-механическим цехом и цеховыми ремонтными базами в процентном отношении; при этом величина процента количества станков цеховых ремонтных баз по отношению к общему количеству основных станков ремонтно-механического цеха (вместе со станками цеховых ремонтных баз) колеблется в широких пределах в зависимости от вида производства: при крупносерийном и массовом производстве — от 25 до 70%; при серийном — от 15 до 35%; при единичном и мелкосерийном — от 10 до 25%. Первое число процентов принимается при общем количестве основных станков ремонтно-механического цеха в пределах 100, второе число — при общем количестве основных станков свыше 300.

Полученное таким образом общее количество станков для всех цеховых ремонтных баз распределяется по ремонтным базам отдельных цехов в зависимости от характера и количества обслуживаемого оборудования и объема ремонтных работ, выполняемых на данной ремонтной базе. Количество металлорежущих станков на ремонтной базе каждого отдельного цеха (механического, кузнечного, литейного и др.) бывает от 3 до 20. При малом количестве станков (до 5) в отдельных базах целесообразно их объединять в одну базу.

Сверх подсчитанного (первым или вторым способом) количества основных станков ремонтно-механического цеха необходимо предусмотреть еще вспомогательное оборудование. В состав вспомогательного технологического оборудования входят: станки — настольно-сверлильный, переносный шлифовальный с гибким валом, обдирочно-шлифовальный; пилы дисковые и ножовочные; прессы гидравлический и ручной; сварочный трансформатор; пост газовой сварки; приводные ножницы; моечные ванны и пр. Количество единиц этого оборудования принимается по соображениям необходимости комплектности и составляет примерно 20—45%, от количества основных станков ремонтно-механического цеха (меньшее число относится

к ремонтно-механическому цеху, имеющему 200 основных станков, большее число — к ремонтно-механическому цеху, имеющему 15 основных станков).

Количество заточных станков в ремонтно-механическом цехе можно принимать в том же процентном отношении к количеству обслуживаемых станков, как и в механическом цехе (4—6%).

Кроме станочного оборудования для механической обработки и верстаков для слесарных и сборочных работ, в ремонтном цехе необходимо предусмотреть оборудование для отделений: котельно-сварочного, жестянико-медницкого, трубопроводного, кузнечного и электротехнического (если нет самостоятельного электроремонтного цеха). Выбор типов и количества оборудования для этих отделений определяется характером и объемом выполняемых работ.

Для котельно-сварочного отделения необходимо следующее оборудование: электросварочные аппараты для точечной сварки, газовая установка (если на заводе нет центральной газовой установки), вальцы для правки листового железа, гибочные вальцы, сверлильные станки, плиты правильные, верстаки.

Такое оборудование для котельных работ, как гибочная машина, дыропробивные прессы и комбинированные прессы—ножницы и т. п., целесообразно устанавливать только при наличии большого количества соответствующих работ.

Для жестянико-медницкого отделения требуются приспособления для заливки подшипников баббитом, гибочная машина, горны, верстаки, плиты.

К оборудованию для трубопроводного отделения относятся трубогибочные, трубонарезные и трубоотрезные станки и, кроме того, верстаки.

Кузницы ремонтно-механических цехов иногда объединяются с кузницей инструментального цеха. Ремонтные кузнечные работы часто производятся в общезаводской кузнице, для чего в ней выделяется специальное оборудование. Такое объединение дает возможность лучше использовать специальные здания и общие специальные устройства, необходимые для кузниц (вентиляция, воздухоулавные установки, трубопроводы для воды, газа, воздуха, топлива и т. п.).

Для кузнечных отделений ремонтно-механических цехов необходимо следующее оборудование: молоты приводные, пневматические, печи нагревательные, горны, наковальни, плиты, баки для воды и масла и пр.

Ремонт электрооборудования, если не устраивается отдельный электроремонтный цех, выполняется ремонтно-механическим цехом, в котором должно быть выделено специальное помещение. Количество станков и рабочей силы для ремонта электрооборудования подсчитывается также по количеству часов, потребному для ремонта единицы оборудования. Для некоторых станочных работ электроремонтное отделение кооперируется с механическим отделением ремонтно-механического цеха, и только для изготовления мелких деталей устанавливаются собственные станки (токарные, сверлильные, • фрезерные и т. п.).

§ 5. РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

В рабочий состав ремонтно-механического цеха входят производственные и вспомогательные рабочие, младший обслуживающий персонал и служащие—инженерно-технический и счетно-конторский персонал.

В состав производственных рабочих входят рабочие-станочники, слесари для слесарно-сборочных работ и производственные рабочие других отделений цеха (котельно-сварочного, жестянико-медницкого, трубопроводного, кузнечного и пр.).

При детальном проектировании количество рабочих-станочников определяется по той же формуле, что и для расчета количества станочников для

механического цеха, т. е. путем деления суммарного годового времени станочной работы, потребного для ремонта всего количества оборудования всех видов, по формуле (260) на действительный расчетный годовой фонд времени рабочего $F_{н,р}$ и коэффициент многостаночного обслуживания и совмещения профессий s_p (принимается равным 1,05—1,1), т.е. количество рабочих-станочников равно

$$R_{Cji} = \frac{F_{н,р}}{s_p} \quad (262)$$

Количество слесарей R_{Cji} подсчитывается по формуле

$$Я_{сл} = \frac{T_{\Sigma}}{F_{н,р}} \quad (263)$$

где T_{Σ} — суммарная годовая затрата времени на слесарно-сборочные работы для ремонта всего количества оборудования всех видов.

Это суммарное время T^*N определяется по формулам:

$$T_{Nca} = T_{cli} N = A_{чел} E p k^N u; \quad (264)$$

$$T_{\Sigma сл} = 2 \frac{T^* N}{1} = 2 \frac{A_{чел} E p k^N u}{1} \quad (265)$$

где T_{Nca} — годовая затрата времени на слесарно-сборочные работы при ремонте всего оборудования данного вида, ч;

T_{cli} — ежегодная затрата времени на слесарно-сборочные работы для ремонта единицы оборудования данного вида, ч;

u — трудоемкость слесарно-сборочной работы единицы ремонтной сложности, ч;

n — число видов оборудования (металлорежущего, кузнечного, литейного и др.);

N — количество единиц оборудования данного вида, обслуживаемого ремонтом;

Q_{Σ} — по формуле (258).

При укрупненном проектировании количество рабочих-станочников определяется по числу основных станков, ремонтно-механического цеха с учетом коэффициента загрузки и сменности работы станков по формуле (188).

Количество слесарей в этом случае принимается в процентах от количества станочников:

при централизованной форме организации ремонтных работ 100—120%, при децентрализованной форме — 60—80%, при смешанной форме — 80—100% (большие значения относятся к меньшим цехам, меньшие значения — к большим цехам. В указанные величины не входят рабочие термического, кузнечного, электроремонтного, трубопроводного и жестяничного отделений).

При получении запасных частей со стороны более 10% от потребности принимаются коэффициенты; так например, при получении запасных частей со стороны в размере 50% принимается коэффициент 1,5.

Количество вспомогательных (подсобных) рабочих (смазчики, шорники, транспортные рабочие, рабочие на складах, уборщики стружки и пр.) и остальных категорий, работающих в цехе при том и другом методе проектирования, принимается в процентном отношении: вспомогательные рабочие составляют 18—20% от числа производственных рабочих (станочников,

слесарей и других отделений цеха), младший обслуживающий персонал — 1,0—1,5%, инженерно-технический — 9—12%, счетно-конторский персонал и другие служащие — 1,5—2,5% от общего количества рабочих.

§ 6. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА

Для подъема и транспортирования материалов, заготовок и ремонтируемого оборудования в цехе устанавливаются подвесные балочные (кран-балки) и мостовые краны, поворотные консольные краны, тельферы на монорельсовых путях, а также применяются электрические тележки.

Подвесные кран-балки и мостовые краны, устанавливаемые в пролетах станочного отделения, одновременно обслуживают демонтажное и слесарно-сборочное отделения при расположении последнего в продолженных пролетах станочного отделения; при расположении сборочного отделения в пролете, перпендикулярном станочным пролетам, в сборочном устанавливаются свои мостовые краны. Балочные краны используются также в отделениях горячей обработки цеха. Поворотные консольные краны устанавливаются на местах узловой и общей сборки и разборки ремонтируемых машин, у некоторых станков — в дополнение к балочным или мостовым кранам. Грузоподъемность составляет: подвесных кран-балок — по 1—5 т, мостовых — по 10—30 т; местных поворотных, консольных кранов, электрических талей — по 0,5—2,0 т в зависимости от веса отдельных деталей, узлов и целых машин, поступающих в ремонт.

Количество мостовых и балочных кранов принимается из расчета один мостовой или балочный кран на 40—60 м длины пролета.

Количество местных поворотных кранов определяется исходя из объема производимых на них работ и условий планировки рабочих мест; большей частью бывает достаточно одного крана на одно-два сборочных места.

Для транспортирования материалов, деталей и частей ремонтируемого оборудования применяются также электрические тележки с постоянной и подъемной платформой (2—4 шт. на цех).

§ 7. ПЛАНИРОВКА ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ПЛОЩАДИ

При детальном проектировании площади отделений, входящих в указанный выше состав ремонтно-механического цеха, определяются на основе планировки оборудования; при укрупненном проектировании — по удельной площади, т. е. площади, приходящейся на один станок (для станочного отделения), или площади, приходящейся на одного производственного рабочего (для слесарно-сборочного отделения), а также по процентным соотношениям площадей отделений цеха.

Планировка станочного отделения цеха производится по типам станков с соблюдением общей последовательности операций в обработке наиболее типовых деталей; при этом необходимо сосредоточить в одном пролете станки более или менее близких размеров, таким образом, крупные станки будут располагаться в одном пролете, средние — в другом, мелкие — в третьем. При таком расположении лучше используется крановое оборудование, устанавливаемое в пролетах крупных и средних станков. При расстановке станков промежутки между ними, проходы и проезды принимают тех же размеров, что и для механического цеха. Производственная площадь цеха, приходящаяся на один основной станок, в среднем составляет 25—30 м².

В слесарно-сборочном отделении отводятся места для верстаков слесарной обработки, сборки узлов (которая производится на верстаках или столах), для общей сборки ремонтируемых машин, около которых также устанавливаются верстаки, для расположения необходимого оборудова-

ния (сверляльных станков, прессов и пр.), места для расположения деталей и узлов собираемых машин.

Исходя из этого, площадь слесарно-сборочного отделения определяется на основании планировки всех указанных рабочих мест, оборудования, устройств, а также проходов и проездов, соответствующих применяемым транспортным средствам. Полученная таким образом производственная площадь, приходящаяся на одного производственного рабочего в зависимости от характера и размеров ремонтируемых машин, колеблется в пределах $25\text{—}30\text{ м}^2$.

Площадь слесарно-сборочного отделения можно также определить исходя из числа единиц оборудования, которое одновременно может находиться в капитальном ремонте, принимая при этом (в зависимости от размеров ремонтируемых машин) площадь на единицу оборудования средних размеров — $25\text{—}35\text{ ж}^2$.

Обычно площадь слесарно-сборочного отделения (с испытательным и окрасочным участками) составляет $65\text{—}70\%$ площади механического (станочного) отделения.

Слесарно-сборочное отделение располагается в продолженных пролетах механического отделения или в пролете, перпендикулярном к пролетам механического отделения. В первом случае сборочное отделение обслуживается теми же кранами, что и механическое. Во втором — в сборочном отделении устанавливается свой мостовой кран. Второй способ расположения сборочного отделения применяется только в крупных ремонтных цехах.

Демонтажное отделение, предназначенное для разборки и промывки поступающего в ремонт оборудования, располагается в начале цеха, так как поступающее оборудование прежде всего разбирается и промывается, это отделение следует размещать в тех пролетах, в которых установлены крупные станки и мостовые краны, обслуживающие одновременно пролеты механического и демонтажного отделений. Ввиду этого демонтажные отделения располагаются поперек двух или нескольких пролетов.

Площадь демонтажного отделения может быть определена в зависимости от количества машин, одновременно находящихся в разборке, и ширины проходов и проездов для транспортных средств; она равна сумме габаритных площадей одновременно разбираемых машин, умноженной на коэффициент, учитывающий проходы и места для расположения деталей при разборке машин, равный примерно 2,5.

Площадь демонтажного отделения составляет примерно $20\text{—}25\%$ от площади слесарно-сборочного отделения или $15\text{—}20\%$ от площади станочного отделения. Так как заранее установить размеры и количество одновременно ремонтируемых машин обычно трудно, то площадь для разборки и промывки машин часто принимают (без детальной планировки и подсчета) в указанной процентной величине от площади слесарно-сборочного или станочного отделения.

Общая удельная площадь ремонтно-механического цеха в среднем составляет $36\text{—}46\text{ ж}^2$ на единицу основного оборудования ремонтно-механического цеха (для заводов тяжелого машиностроения может быть и выше); в эту норму не входят термическое, кузнечное, электроремонтное, трубопроводное и жестяничное отделения, конторско-бытовые помещения.

Смежно с демонтажным отделением в начале цеха и поперек следующих пролетов располагается склад деталей, подлежащих ремонту, а также склад материалов и заготовок с заготовительным отделением.

В конце механического отделения, перед сборочным, располагается промежуточный склад, в котором хранятся готовые сменные детали и запасные части.

При разработке общей компоновки цеха необходимо располагать его отделения в соответствии с последовательностью ремонтных операций; этого можно достигнуть при расположении отделений цеха по следующей схеме:

- 1) демонтажное отделение, склад деталей, подлежащих ремонту, и склад материалов с заготовительным отделением — в начале цеха, поперек его пролетов;
- 2) станочное отделение — в параллельных пролетах;
- 3) промежуточный склад — поперек пролетов;
- 4) слесарно-сборочное отделение — по одному из указанных выше способов.

Инструментально-раздаточный склад и заточное отделение следует располагать по возможности так, чтобы они занимали центральное положение относительно остальных отделений и участков цеха.

Примерное процентное соотношение размеров площадей отделений цеха к его площади, занятой станками, а также площадей участков слесарно-сборочного отделения к общей площади этого отделения приводится ниже.

Название отделений и помещений ремонтно-механического цеха	% к площади, занятой станками
Демонтажное.....	15—20
Слесарно-сборочное (включая окрасочный, испытательный участки и экспедицию)	65—70
Склад заготовок и металла с заготовительным отделением ...	6—7
Промежуточные склады.....	7—9
Склад запасных деталей и вспомогательных материалов.....	5—7
Инструментально-раздаточный склад и заточное отделение . . .	5—6
Места мастеров.....	1—2

Название участков и помещений слесарно-сборочного отделения	% к общей площади слесарно-сборочного отделения
Общая сборка.....	60—70
Узловая сборка	25—20
Испытательный	6—4
Окрасочный и экспедиция	9—6

Все отделения горячей обработки, в которых возможно выделение вредных газов (котельно-сварочное, жестяницко-медницкое, кузница), необходимо сосредоточить в одном пролете, имеющем большую высоту, несгораемое перекрытие и отделенном от остальной части цеха капитальной стеной.

Площадь этих отделений определяется на основании планировки оборудования и рабочих мест. Укрупненно площадь определяется по удельным площадям, съему готовой продукции в год с 1 M^2 площади пола (0,8—1,2 т с 1 M^2 площади кузнечного или термического отделения) или по процентному отношению площадей отделений горячей обработки к общей площади механического и сборочного отделений цеха, которое составляет примерно для жестяницко-медницкого отделения 1,0—1,5%, котельно-сварочного — 5—7%, трубопроводного — 4—5%, отделения металлопокрытий — 2,5—3%, кузнечного — 3,5—5%.

Площади складов определяются таким же способом, как и складов механического цеха, или принимаются из расчета 1—2 m на 1 основной станок ремонтно-механического цеха; кладовые — 0,3—0,5 m на один основной станок цеха.

Ремонтно-механический цех располагается в отдельном здании (для крупных заводов) или, как это часто бывает, в одном здании с инструментальным цехом, или же в одном здании с механическим цехом в блоке цехов.

Ширина пролетов для ремонтно-механических цехов принимается равной 18 и 24 M , шаг колонн — 6 (у наружных стен) и 12 M , высота до нижней выступающей точки перекрытия при наличии подвесных кранбалок — 7,2 и 8,4 M , 8,15 и 9,65 M до головки подкранового рельса при



1,2 - продольно-строгаальные станки; 3 - долбежный; 4,5 - радиально-сверлильные; 6 - зубо-
фрезерный; 7 - круглошлифовальный; 8 - расточной; 9, 10 - токарные; 11 - карусельный;
¹²⁻¹⁷ - токарные; 13-20 - универсально-фрезерные; 21, 22, 24, 25 - вертикально-сверляль-
ные; 26 - круглошлифовальный; 26, 27 - поперечно-строгаальные; 28-34 - токарные ^{35 36}
револьверные; 37, 38, 39 - вертикально-фрезерные; 40 - горизонтально-фрезерный; 41 - плоско-
кош лифова лыны; 42 - настольный сверляльный; 43-45 - вертикально-сверляльные; 46 - дол-
бежнй; 47, 48 - поперечно-строгаальные; 49 - болторезный; 50-55 - токарные; 56, 57 - ножо-
вочные пилы; 58 - центровальный; 59, 60 - молоты 230 и 125 кг; 61, 62 - нагреватель-
ные печи; М - двойной горн; 64 - наковальня; 65 - правильная палита; 66 - водяной бак;
67 - масляный бак; 68 - термическая печь; 69 - верстаки; 70 - вертикально-сверляльный; 71 -
радиально-сверляльный; 72 - верстаки; 73 - пресс-ножины; 74 - гибочные валцы; 75 - раз-
меточная палита; 76 - горн; 77 - правильная палита; 78 - горн; 79 - верстаки; 80 - болторез-
ный; 81, 82 - верстаки для трубопроводных работ; 83, 84 - верстаки для трубогибных станок-
ов ацетиленовый генератор; 87 - вертикально-сверляльный пераеживной * 88 89 91 94 -
точила; 90 - радиально-сверляльный переаживной; 92, 93, 95 - настольные сверляльные; 96
97, 98 - размзочные размзочные; 99, 100 - токарные; 101, 102 - резцовые; 103 - мостовые; 104 - мостовые;
краны 105 - 106 - кантовачи; 107, 108, 109 - новоротные консольные краны; 110 - --- *ичные мостовые
кранные краны 10 шт

наличии мостовых кранов; до низа стропильной фермы соответственно — 10,8 и 12,6 м.

В кузнечном и других отделениях горячей обработки высота должна быть не менее 8,15 м до головки рельса подкранового пути.

В качестве примера планировки на рис. 120 дан план ремонтно-механического цеха на 55 станков с расположением слесарно-сборочного отделения в пролете, перпендикулярном к пролетам станочного отделения.

§ 8. РЕМОНТНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ (РЕМОНТНЫЕ БАЗЫ) ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХОВ

Распределение ремонтных работ между ремонтно-механическим цехом и цеховыми ремонтными базами производится в зависимости от формы организации ремонтных работ, принимаемой для заводов различной производственной мощности и имеющих оборудование с количеством ремонтных единиц свыше 500.

Ремонтная база должна располагать комплектом станков, достаточным для выполнения всех предусмотренных видов ремонтных работ по обслуживаемому цеху. Расчет потребного количества станков и рабочих для ремонтной базы можно произвести исходя из годовых планов ремонта, трудоемкости ремонтных работ и количества единиц оборудования, обслуживаемых базой, изложенным выше способом, по принятым нормам в зависимости от количества ремонтных единиц технологического оборудования в механическом цехе. Однако для упрощения подсчитывают потребное количество станков для ремонтных баз укрупненным методом по процентному отношению количества станков цеховых ремонтных баз к общему количеству основных станков ремонтно-механического цеха (вместе со станками цеховых ремонтных баз). Величина этих процентных отношений, а также количество станков ремонтной базы каждого отдельного цеха указаны выше.

Количество рабочих-станочников определяется по количеству станков с учетом коэффициента загрузки и сменности работы станков. Количество слесарей принимается по процентному отношению к количеству станочников, указанному ранее.

Ремонтные базы имеют склады запасных частей.

Общая площадь ремонтной базы определяется из расчета 27—30 м² на один основной станок базы.

Из общей площади ремонтной базы примерно 40% занимает станочный участок, 25% — слесарный, остальная площадь — вспомогательные, складские и служебные помещения. Помещение для мастерской энергетика цеха составляет примерно 20% от всей площади ремонтной базы.

Площади складов запасных частей принимаются в размере 2—4 м² на один основной станок цеховой ремонтной базы, или примерно 10—15% от общей площади базы. Ремонтная база располагается в пролете или в пристройке здания цеха, где сосредоточиваются все остальные вспомогательные отделения цеха.

§ 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА

В качестве материалов, необходимых для выполнения ремонтных работ, применяются чугуны, стальное и цветное литье, поковки, сортовая и листовая сталь, в том числе низкоуглеродистая, баббит; в виде готовых изделий употребляются винты, болты, гайки, шайбы и другие промышленные метизы, шарико- и роликоподшипники, трубы, арматура и т. д.

Количество материалов, потребных для выполнения ремонта в течение года, определяется по показателям, установленным практикой.

При детальном проектировании пользуются показателями расхода каждого вида материалов на одну ремонтную единицу (единицу ремонтной

сложности). При укрупненном проектировании принимают в качестве показателя расход различных материалов на единицу установленного на заводе оборудования или на один основной станок ремонтно-механического цеха.

Примерная норма расхода материалов на один основной станок ремонтно-механического цеха составляет при двухсменной работе от Ю до 17 т в год; меньшее число тонн — при 20 основных станках цеха, большее — при 200 и выше. При работе в одну смену применяется коэффициент 0,6, при работе в 3 смены — коэффициент 1,3. Для тяжелых и крупных станков цеха указанная норма расхода материала умножается на коэффициент 1,1, для мелких станков — на коэффициент 0,75.

Общий вес годовой потребности материала распределяется по видам в процентном отношении примерно по табл. 40.

Таблица 40

Примерное распределение годовой потребности материала по видам в процентах к общему весу

Вид материала	%
Литье чугунное	30
	8
	3
	18
Прокатная конструкционная сталь.....	22
Прокатная легированная сталь.....	8
Листовая сталь ..	3
Прокатный цветной металл	3
Трубы ...	2
Прочие материалы.....	3
Итого	100

§ 10. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

В качестве основных показателей, характеризующих технико-экономическую эффективность ремонтно-механического цеха, принимаются:

1. Годовая программа цеха в единицах ремонтной сложности (ремонтных единицах).
2. Количество металлорежущих станков цеха.
3. Основные средства цеха в рублях.
4. Годовой выпуск готовой продукции на одного производственного рабочего в рублях, тоннах, условных единицах ремонтной сложности.
5. Основные средства на единицу основного оборудования.
6. Процентное соотношение количества основных станков цеха к общему количеству единиц обслуживаемого оборудования.
7. Общая площадь цеха, приходящаяся на один основной станок цеха.
8. Производственная площадь цеха, приходящаяся на один основной станок этого цеха.
9. Средняя мощность установленных электродвигателей на один основной станок цеха.

ГЛАВА XII. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

§ 1. ВИДЫ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Литейные цехи разделяются по следующим признакам:

1. По роду металла — литейные серого чугуна (чугунолитейные), ковкого чугуна, стального литья (фасонно-сталелитейные), цветного литья.
2. По размеру годового выпуска (производственной мощности) — малой, средней, большой мощности.
3. По развесу выпускаемых отливок — мелкого, среднего, крупного, тяжелого, особо тяжелого литья.
4. По степени механизации — с малой, средней, полной механизацией.

Классификация литейных цехов в зависимости от развеса литья в земляные формы часто применяется типовая, приведенная в табл. 41.

Таблица 41

Классификация литейных цехов в зависимости от развеса литья в земляные формы

Цехи	Единичное, мелко-серийное, серийное производства	Крупносерийное и массовое производства
	Максимальный	вес отливок, кг
Мелкого литья.....	100	10
	1000	50
	5000	500
	20 000	—
Особо тяжелого »	50 000 и более	

Чугунолитейные цехи, кроме того, можно подразделить по их назначению на следующие виды:

1. Чугунолитейные при машиностроительных заводах единичного или серийного производства; характер литья определяется продукцией завода; размеры литейной — размером его производства; формовка производится частью вручную (крупные и средние детали), частью на машинах (мелкие детали); другие производственные процессы и транспорт в той или иной степени механизированы — такие литейные называются универсальными.
2. Специализированные чугунолитейные при машиностроительных заводах массового производства (автомобильного, тракторного, сельскохозяйственного машиностроения и др.); все производственные процессы и транспорт полностью механизированы; выпуск продукции очень высокий.
3. Чугунолитейные центральные, которые являются самостоятельными заводами и снабжают литьем заводы разных или, чаще, определенных отраслей машиностроения; производительность выражается в нескольких

десятках тысяч тонн готовых отливок в год (50—100 тыс. т)\ производственные процессы механизированы.

4. Чугунолитейные мелкие при небольших заводах, литейные подсобного и ремонтного характера; характер литья разнообразный; масштаб производства незначительный; производственные процессы выполняются вручную и частично механизированы.

Так как центральные чугунолитейные большого масштаба в экономическом отношении наиболее выгодны, то целесообразно объединять их для нескольких заводов однородного производства, за исключением случаев, когда каждый из них в отдельности нуждается в литейной больших размеров. Выгодность чугунолитейных большого масштаба заключается в том, что благодаря значительному объему выпуска продукции производственные процессы (приготовление формовочных материалов, изготовление стержней, формовка, очистка и обрубка литья, транспорт жидкого чугуна, материалов, отливок и т. д.) можно вести механизированным способом; при этом дорогостоящие механизмы наиболее рационально используются в отношении их технических возможностей и загрузки. Кроме того, благодаря применению высокопроизводительных механизмов требуется здание меньших размеров, что уменьшает его стоимость и эксплуатационные расходы; при этом лучше используются площади цеха, резко повышается производительность труда. В результате себестоимость отливок уменьшается.

С другой стороны, машиностроительные заводы, получая от централизованных чугунолитейных цехов (заводов) отливки с минимальными припусками и более чистыми поверхностями (полученными за счет применения передовых технологических процессов литья), имеют возможность снизить трудоемкость механической обработки изделий.

Так как чугунолитейные большого масштаба являются более рентабельными, то целесообразнее одной такой чугунолитейной обслуживать несколько заводов; следовательно, проектирование в составе каждого машиностроительного завода чугунолитейного, а тем более сталелитейного цеха не обязательно.

§ 2. ОСНОВНЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Чугунные отливки в машиностроении имеют большое значение, так как вес чугунного литья во многих отраслях машиностроительной промышленности составляет до 75—80% веса всей машины (в металлообрабатывающих станках, компрессорах, двигателях, кузнечно-прессовом оборудовании и т. д.). Поэтому вопросам проектирования, устройства и организации чугунолитейных цехов должно быть уделено большое внимание.

При проектировании чугунолитейных цехов должны быть учтены следующие факторы:

1. Расположение литейного цеха на генеральном плане. При выборе места литейного цеха на участке завода необходимо стремиться обеспечить по возможности наиболее краткий пробег грузов и надлежащие направления их движения как со складов, обслуживающих литейный цех (складов формовочных материалов, чугуна, лома, топлива, складов опок и готовых отливок), так и в другие цехи, связанные с чугунолитейным.

2. Требования, предъявляемые к качеству чугунного литья.

3. Количество отливок, их характер, размер и вес; сложность отливок и распределение их по весу; технологический процесс литья. Этим определяется вид производства — единичное, серийное, массовое.

4. Способы формовки, вытекающие из требований, предъявляемых к литью, и характера отливок (по-сухому, по-сырому, вручную, на машинах, по шаблонам, по моделям—деревянным или металлическим, в опоках, в земле, в оболочковых формах, в кокилях, центробежное литье под давлением, литье по выплавляемым моделям, прецизионное литье).

5. Возможность широкой механизации производственных процессов.
6. Необходимость соблюдения прямоочности движения материалов и отливок внутри цеха.
7. Наиболее рациональное расположение заливочных и формовочных площадей по отношению к вагранкам.
8. Наилучшее использование подкрановых площадей.
9. Принцип прямоочности производственного процесса, определяющий общую компоновку и планировку всех отделений цеха.

§ 3. СОСТАВ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Литейные цехи имеют следующие отделения, склады, служебные и бытовые помещения:

производственные отделения — формовочно-заливочное, стержневое, плавильное, землеприготовительное, обрубное (очистное);

вспомогательные отделения — отделение подготовки формовочных материалов, ремонтное отделение (цеховой механик), ковшовое, каркасное, экспресслаборатория;

склады — шихтовых материалов, топлива, флюсов, огнеупорных материалов, формовочных материалов, опок, готовых отливок и слитков, моделей для текущего производства, вспомогательных материалов, инструмента, приспособлений;

служебные помещения — контора цеха, помещения для инженерно-технического персонала и др.;

бытовые помещения — гардеробная, умывальные, душевые, уборные, помещения для принятия пищи и пр.

§ 4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Производственная программа является исходным документом, на основании которого ведется проектирование. В ней должны быть указаны количество и вес литья для каждого изделия и род металла выпускаемой основной продукции с запасными частями, а также количество и вес литья для других предприятий и для своего завода; по всем изделиям должны быть чертежи и спецификации литых деталей с указанием их количества и рода металла, а также технические условия.

На основании производственной программы все отливки деталей распределяются по весу на несколько групп, причем устанавливается, какой процент от общего веса годового литья составляет каждая группа.

Проектирование литейных цехов **единичного и мелкосерийного производства** с разнообразной номенклатурой изделий ведется методом укрупненных расчетов по технико-экономическим показателям: 1) съем годного литья в тоннах в год с 1 M^2 формовочной площади и других производственных отделений, 2) трудоемкость работ в человеко-часах на 1 m годных отливок и другие показатели. Производственная программа должна содержать примерный развес литья по группам с указанием наибольшего веса и размеров отливок.

Проектирование литейных цехов **серийного и крупносерийного производства** при неполном обеспечении чертежами и спецификациями для всех изделий выполняется по «приведенной» программе* с распределением деталей на весовые группы и разработкой технологических процессов для деталей — представителей каждой **весовой** группы.

Проектирование литейных цехов **крупносерийного и массового производства** выполняется по «точной» программе*

* Понятие о приведенной и точной программах см. в гл. III.

с подробной разработкой технологических процессов, оформляемых в технологических картах на все детали, предусмотренные производственной программой.

§ 5. РЕЖИМ РАБОТЫ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Работы в цехе могут производиться с разными режимами.

а) **П а р а л л е л ь н ы й р е ж и м** — цех работает в две или три смены, причем в каждую смену выполняются все операции полного производственного цикла; в зависимости от числа смен этот режим называется двухсменным или трехсменным параллельным.

При этом режиме работы общее время на выполнение формовки, сборки, заливки и выбивки не должно превышать длительности рабочей смены. Этот режим применяется в механизированных цехах крупносерийного и массового производств и в цехах, производящих мелкие отливки машинной формовки с заливкой в сырые формы.

б) **С т у п е н ч а т ы й р е ж и м** — цех работает в две или три смены, причем в каждую смену выполняются в порядке последовательности только определенные процессы всего производственного цикла. Таким образом, при этом режиме на одних и тех же площадях выполняются разные процессы производственного цикла с разбивкой их по сменам примерно следующим образом:

в первую смену производится формовка, изготовление стержней, ремонт и заправка вагранок, обрубка и очистка литья;

во вторую — плавка, заливка форм, охлаждение, сушка; частично — изготовление стержней и обрубка литья;

в третью — выбивка форм, транспортирование отливок в обрубную, переработка земли, уборка и подготовка рабочих мест.

Ступенчатый режим может применяться в разных вариантах: с одним или двумя циклами формовки в сутки, с двухсменной формовкой и сборкой форм и односменной заливкой и выбивкой.

§ 6. БАЛАНС ПЛАВКИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В ОСНОВНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ЧУГУНОЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Определение годовой потребности в металле и других материалах ведется на основе заданной производственной программы и баланса плавки. Выход годного литья, предусматриваемый балансом плавки, в значительной степени влияет на его себестоимость: чем выше процент годного литья, тем ниже его себестоимость. Величина выхода годного литья зависит от характера и организации производства, количества получаемого брака, величины утара, количества литников, прибылей и скрапа.

Выход годного литья в машиностроительном производстве примерно составляет: по серому чугуна — 70—76%, по ковкому чугуна — 58—62%, по стальному фасонному литью — 62—68%, по цветному литью — 65—70%. Приняв средний процент выхода годного литья, устанавливают баланс плавки в процентах: выход годного, литники и прибыли (примерно 18—22% для серого чугуна); брак (примерно 3—4%), утар (примерно 3—4%); в сумме 100%.

По заданной программе годового выпуска годного литья (в *т*) определяют общий вес завалки (в *т*), представляющий в балансе плавки 100%; процент годного литья в балансе плавки является программой годового выпуска литья.

Общий вес завалки распределяют в указанном в балансе плавки процентном соотношении — на годное литье (заданный годовой выпуск), литники и прибыли, брак и утар (в *т*).

Общий вес металлической завалки (в *т*) распределяется по основным материалам шихты в процентном отношении: для серого чугуна — чугуна

чугунковый литейный составляет примерно 30—40%, лом $\wedge$ чугуны — 23—25%, стальной — 10—15%, отходы производства литейного цеха — 25—30%, стружка брикетированная — 10—15%, ферросплав — 1—2/о; таким образом, определяется годовая потребность по каждому основному материалу.

Годовая потребность в коксе, флюсах, огнеупорных и вспомогательных материалах определяется по процентным отношениям веса этих материалов к весу металлической завадки или по расходу их на 1 м^3 годного литья, принимаемому по практическим данным (расход кокса для вагранок составляет 10—12% от веса завадки).

§ 7. ПЛАВИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ

Оборудование плавильных отделений литейных цехов состоит из вагранок (для литейных серого чугуна), пламенных печей (для литейных ковкого чугуна, в которых могут быть и вагранки, и пламенные печи), мартеновских печей и малых бессемеровских конверторов (для литейных фасонного стального литья; первые — для литья крупного и среднего развеса, вторые — для литья мелкого развеса) и электрических печей (для плавки стали, бронзы, латуни, алюминиевых сплавов).

Потребное количество плавильных печей определяется на основании годового выпуска годного литья и производительности печей. Для заданного годового выпуска годного литья подсчитывается общий вес завадки металла в год; потребное для плавки этого количества металла количество плавильных печей определяется исходя из их производительности (часовой и суточной). Необходимая часовая производительность вагранок принимается в зависимости от размеров форм.

Расчетное количество (P_p) вагранок и других однотипных плавильных печей работающих одновременно, подсчитывается по следующей формуле:

где — общий вес завадки металла в год, кг;

p — действительный годовой фонд времени работы печи (вагранки) для одной смены, ч; с учетом резерва на ежедневный ремонт футеровки действительный годовой фонд времени работы вагранки равен номинальному годовому фонду времени, который при 41-часовой рабочей неделе составляет при работе в одну смену 2070 ч, при работе в две смены — 4140 ч и при работе в три смены — 6210 ч; для остального оборудования литейных цехов действительный годовой фонд времени определяется путем уменьшения номинального фонда времени на коэффициент, учитывающий простой оборудования из-за ремонта; он колеблется от $\wedge 0,88$ до 0,96 при 2-сменной работе и от 0,86 до 0,96 при 3-сменной работе в зависимости от характера оборудования;

m — количество смен работы печи;

o — часовая производительность печи, т;

κ_n — коэффициент, учитывающий неравномерность потребления жидкого металла ($\kappa_a = 1,1$ -т-1,2).

Расчетное количество печей P_p , если оно выражается дробным числом, округляется до целого числа, которое и выражает фактически принятое количество печей P_{ap} . Коэффициент загрузки печи по времени

Размеры вагранок подбираются соответственно их часовой производительности. Расположение вагранок имеет значение как в отношении установки их в том или ином пролете, так и в отношении их места в самом пролете.

При наличии большого количества тяжелых отливок, когда для заливки требуются ковши весом от 3 т и выше, расположение вагранок в том же пролете, где происходит заливка (т. е. в пролете крупного литья), значительно облегчает транспортирование жидкого чугуна.

При литье преимущественно мелком и среднем, когда нет крупных отливок или когда они являются редким исключением, целесообразно располагать вагранки в тех пролетах, где производится заливка среднего и мелкого литья. Это особенно необходимо, когда требуется высококачественное литье. Целесообразность такого расположения вытекает из необходимости избегать чрезмерного охлаждения чугуна. При разное расплавленного металла в мелких ковшах температура его понижается сравнительно интенсивно, поэтому при длинных путях от вагранки до мест заливки возможно такое ее понижение, которое повлечет за собой появление брака.

Часто бывает целесообразно располагать вагранки в середине пролетов; такое расположение имеет преимущество в отношении распределения жидкого металла по местам и сокращения путей до мест заливки.

При проектировании литейных цехов рекомендуется применять вагранки закрытого типа с устройством пылеочистки и дожигания газов, со скиповой загрузкой, при которой исключается пребывание рабочих на колошниковой площадке; также рекомендуется применять вагранки, снабженные устройствами по грануляции шлака и его гидравлическому или механическому удалению; для разлива расплавленного металла следует использовать герметизированные ковши.

Для подачи шихты на колошниковую площадку следует применять скиповые подъемники, допускается применение шаржирных кранов вертикальных шахтных электрических подъемников. Для определения их грузоподъемности необходимо подсчитать вес подаваемых на колошниковую площадку грузов (металла, топлива, флюсов) за один час

§ 8. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ ЧУГУНОЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

К числу производственных отделений цеха, помимо плавильного относятся формовочно-заливочное, стержневое, землеприготовительное обр у ное (очистное). Заливочное отделение, если это допускается характером выполняемых работ, устраивается отдельно от формовочного

Определение потребного количества оборудования и численности рабочего состава производится при единичном и мелкосерийном производстве по укрупненным измерителям, при крупносерийном — по технологическим процессам, разработанным на детали-представители (проектирование по «приведенной» программе), и при массовой — по технологическим процессам, разработанным на все детали, предусмотренные программой (проектирование по «точной» программе).

При проектировании всех производственных отделений цеха, включая плавильное отделение, необходимо **предусматривать** наиболее производительное, автоматизированное технологическое оборудование, грузоподъемные и транспортные средства (автоматы для выбивки стержней автоматическую и полуавтоматическую выбивку отливок, гидросеоструйную дробебетную и дробеструйную очистку литья, пневматические транспортные устройства для перемещения песка, глины, угля, горелой земли и т. д.).

ри разработке технологических процессов составляются технологические карты, в которых указываются план и методы выполнения операций применяемое оборудование, его производительность и количество время на выполнение операций на одну деталь и все детали по годовой производст-

венной программе, необходимое количество рабочих, площади рабочих мест и т. д. На основании всех этих данных определяются потребное количество оборудования для всех выполняемых операций, количество рабочих мест и требующаяся для них площадь, а также количество рабочих.

На основании произведенной планировки оборудования и рабочих мест определяются площади всех отделений, входящих в состав цеха.

При укрупненном проектировании (разработке проектных заданий, проектировании универсальных литейных с разнообразной номенклатурой и в других случаях) определение площадей отделений производится по процентным отношениям площадей того или другого отделения к площади формовочного отделения как основного в литейном цехе. Размер площади формовочного отделения при этом определяется по показателю выпуска годного литья в тоннах в год с 1 м^2 формовочной площади (напряжение площади). При расчетах величину этого показателя, а также процентные отношения площадей отделений, следует принимать по проектным или практическим данным для аналогичного производства, так как эти величины колеблются в широких пределах в зависимости от характера изделий, вида производства и степени механизации. Так, например, для машин средних размеров при крупносерийном производстве и средней механизации показатель выпуска годного литья серого чугуна в год выражается в $5\text{—}8 \text{ т с } 1 \text{ м}^2$, при массовом производстве и большой механизации — $12\text{—}16 \text{ т с } 1 \text{ м}^2$.

§ 9. СКЛАДЫ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

Цеховые склады предназначаются для хранения шихтовых материалов, отходов металла и формовочных материалов.

Площади этих складов рассчитываются исходя из установленной нормы запаса материалов, насыпного веса в тоннах на 1 м^3 и высоты насыпки в метрах. В механизированных складах устанавливаются магнитогрейферные краны грузоподъемностью $5\text{—}10 \text{ т}$ и необходимое оборудование (чущколомы, дробилки, барабаны, сита и т. д.). Склады шихтовых и формовочных материалов занимают отдельный пролет, непосредственно примыкающий к зданию цеха.

На крупных заводах, кроме цеховых складов, устраиваются базисные склады металла, кокса и формовочных материалов; они рассчитываются на хранение больших запасов. При наличии базисных складов запасы материалов на цеховых складах уменьшаются. Базисные склады металла в виде одно- или двухпролетных эстакад (с шириной пролетов 18 и 24 м) оборудуются мостовыми магнитными кранами ($5, 10, 15 \text{ т}$). Базисные склады формовочных материалов и кокса располагаются в специальном здании с шириной пролетов 18 и 24 м , оборудованном закромами и мостовыми кранами, расположенными на высоте до головки подкранового рельса $9,65\text{—}12,65 \text{ м}$ от пола и высоте до низа конструкций перекрытия соответственно $12,6\text{—}16,2 \text{ м}$. Внутри склада или снаружи, вдоль него, прокладывается железнодорожный путь.

Для раздела металлического лома, поступающего со стороны или из заводских цехов, устраиваются копровые цехи в виде эстакад (шириной $18, 24$ и 30 м), оборудованных мостовыми кранами.

Копровый цех должен располагать, помимо копров, соответствующим оборудованием для прессования стальной и чугунной стружки (брикетировочные прессы) и обрезков (пакетир-прессы), для разрезки листового железа (прессножницы), для газовой резки металлического лома.

§ 10. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕХА

В литейных цехах применяются транспортные средства различных видов в зависимости от назначения транспорта, характера, вида и степени механизации производства. Наибольшее применение имеет верхний транс-

порт: электрические мостовые краны, подвесные кран-балки, консольные краны — передвижные и поворотные, монорельсовые подвесные пути с тельферами. В механизированных цехах, кроме верхнего транспорта, используются непрерывный транспорт для обслуживания всех стадий производственного процесса: конвейеры разных конструкций в зависимости от назначения (пластинчатые, ленточные, цепные подвесные), рольганги, ковшовые ленточные элеваторы.

При детальном расчете требуемое количество кранов определяется расчетом, в основе которого лежит количество крановых операций и время, затрачиваемое на каждую операцию. При укрупненных расчетах исходят из количества крановых операций на 1 *т* годного литья или (для единичного и мелкосерийного производства) из длины пролета, обслуживаемого краном, принимая один кран на 30—60 м длины в зависимости от назначения крана.

§ 11. РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

Общий состав участвующих в производстве цеха делится на те же группы, что и для других цехов. Количество рабочих-производственников, работающих на формовочных и других машинах или обслуживающих другие виды оборудования, определяется при детальном расчете по количеству единиц оборудования и количеству рабочих, необходимому для обслуживания каждой единицы этого оборудования; количество рабочих, выполняющих ручные работы (к числу их могут относиться формовщики, стерженщики, обрубщики и т. д.), определяется расчетом, исходя из показателя трудоемкости, выраженного в человеко-часах, затрачиваемых на 1 *т* литья.

При укрупненных расчетах количество производственников определяется или по показателю трудоемкости, или по показателю, определяющему количество производственных рабочих, необходимых для выпуска 1000 *т* литья. По этим показателям определяют только количество формовщиков: количество рабочих по остальным специальностям принимают по взятым из практики процентным отношениям количества рабочих каждой данной специальности к количеству формовщиков.

Количество вспомогательных рабочих принимается в процентном отношении к количеству производственников и составляет примерно 50—80% в зависимости от степени механизации.

Количество инженерно-технического персонала принимают в размере примерно 10—12%, счетно-конторского — 3—5% и младшего обслуживающего персонала — 1—2% от общего количества рабочих.

Действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего при 41-часовой рабочей неделе принимается при продолжительности отпуска 15 дней 1860 ч, при отпуске 18 дней — 1840 ч и при отпуске 24 дня — 1800 ч, при этом номинальный годовой фонд времени составляет 2070 ч (см. табл. 13а)

§ 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОСНОВНЫХ ВИДАХ ЭНЕРГИИ

Потребное на год количество электроэнергии исчисляется на основе установленной мощности оборудования и годового количества часов его работы. Необходимая мощность оборудования определяется при разработке технологических процессов. При укрупненных расчетах пользуются показателем, выражающим установленную мощность в киловаттах на выпуск 1000 *т* годного литья; величина этого показателя находится в зависимости от степени механизации производства.

Годовая потребность в с ж а т о м в о з д у х е рассчитывается по числу машин и приборов, применяемых в цехе, и максимальному расходу

воздуха в кубических метрах на одну операцию (формовочные, стержневые, пескодувные машины) или в минуту (приборы, аппараты). Укрупненно подсчитывают потребность в сжатом воздухе исходя из расхода его в кубических метрах на 1 м³ литья в год.

В о д а, необходимая в литейном цехе для производства, расходуется для увлажнения формовочных материалов, на тушение остатков кокса из вагранки, на охлаждение кокилей; расход воды определяется по показателям отдельно по каждому потребителю или укрупненно на 1 м³ литья.

§ 13. ПЛАНИРОВКА ЦЕХА

Планировка отделений литейного цеха и распределение площадей в них представляют собой довольно сложную задачу ввиду большого количества факторов, влияющих на их взаимное расположение; в каждом отдельном случае необходимо учитывать, какие из них имеют наибольшее значение.

Одним из главных факторов являются грузопотоки внутри цеха, и необходимость выбора для них по возможности прямолинейного и короткого направления обуславливает расположение отделений цеха. Принцип кругового движения материалов дает возможность избежать лишних обратных пробегов. Формовочные материалы и опоки, возвращаясь после отливки, образуют замкнутый цикл.

Площади в формовочном отделении цеха распределяются исходя из веса и размера отливок, характера и способов формовки, применяемого оборудования. Отливки, разбитые по весу на группы, распределяются для формовки по отдельным пролетам (или площадкам): мелкого литья, среднего и крупного. Такое распределение площадей по весу литья имеет целью наилучшее использование грузоподъемности кранов и подкрановых площадей. Помимо веса отливок, при распределении формовочной площади учитывается, как было указано, и способ формовки. Формовка отливок по одному и тому же способу сосредоточивается на отдельных участках формовочного зала; так, например, в одном месте производится формовка на машинах, в другом — в опоках, в третьем — в земле и т. д. При планировке формовочного зала необходимо отделить формовку по-сырому от формовки по-сырому; первая должна производиться поблизости от сушильных камер.

Так как наилучшие технические в экономические результаты дает метод работы по операциям (набивка опок, заливка, выбивка, обрубка), когда они производятся на специально отведенных местах и рабочими соответствующей специальности и квалификации, то планировка площадей должна быть подчинена последовательному ходу операций всего литейного технологического процесса. Наилучшее осуществление этот принцип имеет при конвейерной работе литейной.

Расположение вагранок по отношению к заливочным площадям (или формовочным, если заливка ведется на месте формовки) должно быть таким, чтобы формы наиболее ответственных деталей заливались самым горячим чугуном.

Расположение стержневого отделения по отношению к формовочному определяется требованием наиболее удобного и короткого пути следования готовых стержней из сушильных печей к местам сборки форм.

При разработке плана цеха расстояния между оборудованием и элементами здания, а также ширину проездов и проходов принимают по нормам технологического проектирования.

Здания для литейных цехов должны быть несгораемыми, железобетонной, металлической или смешанной конструкции. Ширина пролетов литейных цехов принимается в зависимости от размеров отливок, применяемого оборудования и транспортных устройств, а также от рода производ-

мых в пролете работ. Ширину пролетов всех отделений и складов принимают 18 и 24 м при шаге колонн 6 и 12 м.

Ввиду больших габаритных размеров мостовых кранов, транспортных устройств и оборудования высота пролетов бывает значительной; высота до головки рельса подкранового пути принимается для разных отделений

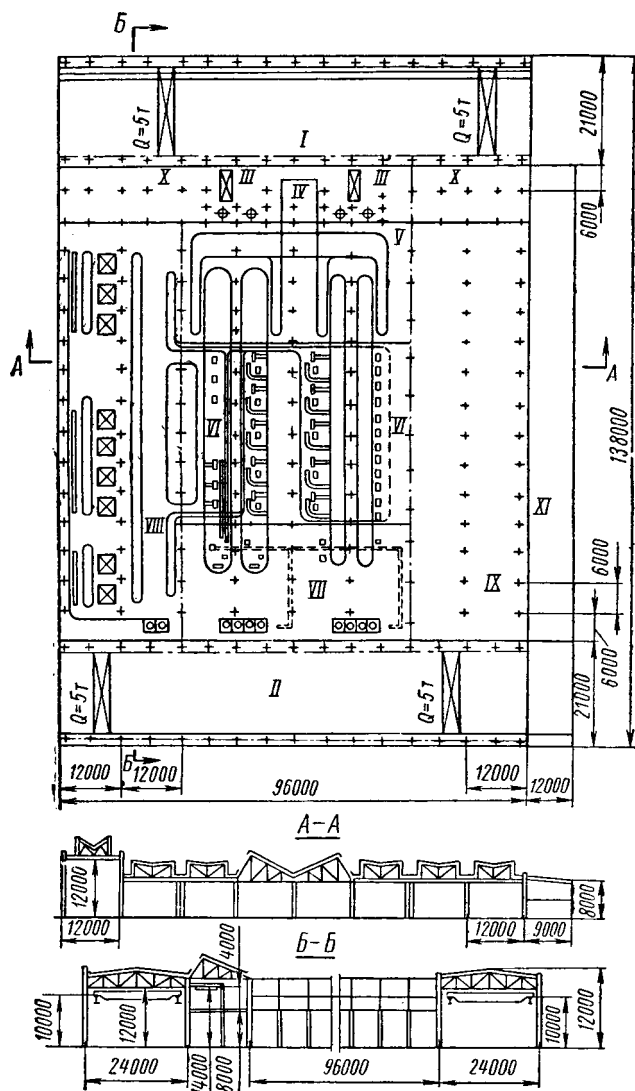


Рис. 121. План чугунолитейного специализированного цеха массового машинного литья:

/ — склада шихты; II — склада земли; отделения: /// — ваграночные; IV — ковшовые; V — заливочные; VI — формовочные; VII — выбивное и земляприготовительное; VIII — стержневое; IX — очистное; X — вспомогательные помещения; XI — бытовые помещения

цеха 8,15; 9,65; 11,45 и 12,65 м; до нижней выступающей части фермы — соответственно 10,8; 12,6; 14,4 и 16,2 м.

Высота до головки подкранового рельса принимается 8,15 м в случае отсутствия консольных кранов.

Размеры пролетов высокомеханизированных двухэтажных литейных цехов с большим подземным хозяйством принимаются для верхнего этажа 18 и 24 м, для нижнего — соответственно 9 и 12 м, при шаге колонн 6 и 12 м; высота пролетов: нижнего — 6,0 и 7,2 м (допускается 7,8), верхне-

го — 8,4; 9,6; 10,8 (допускается 9 м). Унифицированные типовые секции, из которых компонуются здания литейных цехов и которые по нормам строительного проектирования следует принимать в настоящее время, указаны в гл. XVIII.

Пример планировки чугунолитейного специализированного цеха с четырьмя конвейерами на выпуск 60 ООО т массового машинного литья в год показан на рис. 121.

§ 14. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕХА

Основные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность спроектированного, а также действующего цеха, следующие:

1. Годовой выпуск годного литья в рублях и тоннах.
2. Годовой выпуск годного литья: а) на одного производственного рабочего в рублях и тоннах; б) на одного работающего в рублях и тоннах; в) на 1 м² производственной площади (приведенной к одной смене) в тоннах; г) на 1 м² формовочной площади (приведенный к одной смене) в тоннах; д) на 1 м² общей площади (приведенный к одной смене) в тоннах.
3. Основные средства цеха в рублях, из них: а) затраты на здания и сооружения; б) затраты на оборудование, инструмент и приспособления; в) затраты на инвентарь.
4. Основные средства на одного производственного рабочего в рублях.
5. Затраты на оборудование, инструмент и приспособления: а) на одного производственного рабочего в рублях; б) на 1 т годового выпуска литья в рублях.

ГЛАВА XIII. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУЗНЕЧНЫХ ЦЕХОВ

§ 1. ВИДЫ И СОСТАВ КУЗНЕЧНЫХ ЦЕХОВ

Кузнечные цехи различаются:

- 1) по виду производства, которое может быть единичным, мелкосерийным, крупносерийным и массовым;
- 2) по производственной мощности — годовому выпуску продукции цеха, $m \backslash$
- 3) по технологии изготовления поковок: свободная ковка на молотах и ковочных прессах, штампование на молотах, горизонтально-ковочных машинах, автоматах, механических ковочных прессах и т. д.;
- 4) по наибольшему весу поковки или штамповки.

Кроме того, кузнечные цехи по назначению можно разделить на следующие виды:

- 1) кузнечно-штамповочные при машиностроительных заводах; характер продукции их определяется видом машиностроения — автомобилестроение, двигателестроение, тяжелое машиностроение и т. д.;
- 2) кузнечно-штамповочные массового производства; изготовление метизов, железнодорожных накладок, слесарно- и деревообрабатывающего инструментария, предметов широкого потребления и т. д.;
- 3) подсобные при заводах для изготовления мелких поковок для основного производства, для инструмента, а также для ремонта заводского оборудования.

В состав машиностроительных заводов входят кузнечные цехи первого вида (для крупных заводов) и третьего (для средних и малых заводов).

Часто машиностроительные заводы не имеют больших кузнечных цехов, так как для производства крупных поковок требуется мощное и дорогостоящее оборудование, которое не может быть достаточно загружено продукцией данного завода. Такие заводы изготавливают для своих нужд только мелкие поковки, имея в своем составе кузницу третьего вида, крупные же поковки заказывают на больших машиностроительных заводах, имеющих мощные кузнечные цехи, изготавливающие крупные поковки другим предприятиям в порядке кооперирования.

В кузнечных цехах единичного и мелкосерийного производства применяется главным образом свободная ковка на молотах и ковочных прессах; штампование применяется мало. В кузнечных цехах серийного, крупносерийного и массового производства применяется преимущественно штамповка и высадка.

Кузнечные цехи состоят из следующих отделений и вспомогательных помещений:

производственные отделения — заготовительные, свободнойковки, штамповочное (иногда ковочно-штамповочное), термическое, травильное, очистное;

вспомогательные отделения — инструментально-штамповочное, ремонтно-механическое (цехового механика), насосно-трансформаторное;

склады — металла, заготовок, межоперационные, готовой продукции, вспомогательных материалов; кладовые штампов, инструмента, запасных частей оборудования;

служебные и бытовые помещения — аналогично другим цехам.

§ 2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА И РЕЖИМ РАБОТЫ КУЗНЕЧНЫХ ЦЕХОВ

Производственная программа, на основании которой ведется проектирование цеха, может быть задана:

а) в весовом выражении основной продукции и запасных частей с подразделением на поковки и штамповки;

б) в виде спецификации деталей с указанием их потребного количества, веса каждой детали и общего веса их годового выпуска.

В том и другом случае в программе должна быть указана потребность в поковках и штамповках (*m*) для нужд своего завода и для других заводов-заказчиков (если таковые имеются).

Если производственная программа задана в весовом выражении, проектирование ведется методом укрупненных [^]расчетов, если же программа задана количеством и весом деталей определенной номенклатуры, проектирование ведется методом детальных расчетов (при таком выражении программы также возможно проектирование методом укрупненных расчетов).

При проектировании кузнечных цехов обычно принимается двухсменный режим работы; работа в три смены проектируется редко.

Годовое количество часов номинального фонда времени для машинного оборудования и годового количества номинального и действительного фондов времени рабочих кузнечных цехов принимается то же, что и для машинного оборудования и рабочих литейных цехов.

Годовой действительный фонд времени машинного оборудования исчисляется путем умножения номинального фонда времени на коэффициент учитывающий простой оборудования из-за ремонта; величина этого коэффициента колеблется от 0,94 до 0,96 при двухсменной работе и от 0,91 до 0,94 при трехсменной работе; для уникального оборудования соответственно 0,85 и 0,90.

§ 3. ОБОРУДОВАНИЕ КУЗНЕЧНЫХ ЦЕХОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОЛИЧЕСТВА

Основными способами производства кузнечных работ являются следующие: свободная ковка на молотах и ковочных прессах, ковка в штампах, ковка на ковочных машинах, автоматах, прокатка на ковочных вальцах, высадка. Ручная ковка применяется только для мелких и ремонтных работ и в небольших кузнечных мастерских.

Для работ в кузнечных цехах применяются молоты разных типов: паровоздушные, приводные пневматические и механические (рессорные и фрикционные с доской и ремнем и прессы: механические ковочные, штамповочно-калибровочные, чеканочные, обрезающие, фрикционные, а также горизонтально-ковочные машины, автоматы и полуавтоматы, ковочные вальцы.

Ковка в штампах производится на молотах разных типов в зависимости от рода производства: на паровоздушных — при крупных и средних поковках; на фрикционных с доской или ремнем — при мелких поковках. Ковка в штампах применяется при серийном и массовом производствах, когда одни и те же поковки изготавливаются в большом количестве. Ковка

в штампах и особенно штампование благодаря преимуществам перед свободной ковкой получили большое применение. К числу преимуществ надо отнести следующие:

- а) повышение качества поковки в отношении однородности структуры металла и прочности изделия;
- б) более высокую производительность;
- в) точность изготовления поковки (в некоторых производствах изделие идет без дальнейшей механической обработки или с очень малой обработкой);
- г) уменьшение расхода металла и лучшее его использование;
- д) уменьшение расхода топлива;
- е) возможность применения рабочей силы более низкой квалификации;
- ж) удешевление себестоимости изделия.

Работа горизонтально-ковочной машины заключается в осаживании металла (прочность материала благодаря расположению волокон соответственно конфигурации изделия значительно повышается); на таких машинах могут изготавливаться поковки самых разнообразных форм.

Парогидравлические прессы применяются при изготовлении крупных поковок, а также заготовок из слитков для средних поковок, обрабатываемых на молоте.

При проектировании кузнечных и кузнечно-прессовых цехов следует выбирать наиболее производительное и автоматизированное технологическое, грузоподъемное и транспортное оборудование, применять индукционные нагреватели (вместо пламенных печей), автоматизировать горение в мазутных и газовых печах, предусматривать надежный отвод от печей продуктов сгорания и т. д.

Типы и мощность оборудования подбираются на основе разбивки поковок по группам. Такая разбивка делается в зависимости от характера и веса изделий, в каждом отдельном случае, на разное число групп.

Для подсчета количества оборудования по методу укрупненных расчетов необходимо производственную программу, заданную в весовом выражении, распределить по весовым группам с указанием общего веса поковок, изготавливаемых как свободной ковкой, так и штампованием. Для этих весовых групп подбирают оборудование определенного типа и мощности, руководствуясь данными для аналогичного производства. Потребное для выполнения программы расчетное количество единиц каждого типа оборудования (M_p) определяется по показателю производительности данного типа оборудования, выраженному весом поковок (в кг), выпускаемых в 1 час ($kg/\text{ч}$), по следующей формуле:

(268)

G_{Σ} — общий вес поковок по годовой программе для данного типа оборудования, кг;

$Y_{\text{ч}}$ часовая производительность данного типа оборудования, $kg/\text{ч}$;

$\Gamma_{\text{д}}$ — действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования для одной смены в час;

m — количество смен работы оборудования.

Для расчета количества оборудования укрупненным методом, кроме показателя производительности, можно пользоваться показателем трудоемкости, выражающим суммарную затрату времени оборудования (всех типов, входящих в комплект) на выпуск 1 m поковок, т. е. количество машино-часов, затрачиваемых на 1 m выпускаемых поковок (штамповок). Умножая этот показатель на общий вес поковок (m) по годовой программе цеха, получают общее количество машино-часов, необходимое для выполнения годовой программы. Это общее количество машино-часов распределяется в процентном отношении по типам оборудования. Полученное количество машино-часов для каждого типа надо разделить на действительный

годовой фонд времени (в ч) данного оборудования, в результате чего получается требуемое количество единиц оборудования каждого типа. Найденное этим путем количество оборудования каждого типа можно разделить по размерам в процентном соотношении. Показатели, необходимые для расчетов, следует брать по проектным данным или по данным передовых цехов соответствующей отрасли машиностроения.

Изложенный метод расчета можно представить следующей формулой:

$$P = \frac{M_p}{\sum_{i=1}^n \frac{W_i}{K_i}} \quad (269)$$

где M_p — расчетное количество единиц оборудования каждого типа;
 $\sum_{i=1}^n$ — общий вес поковок по годовой программе цеха, т;
 $\frac{W_i}{K_i}$ — количество машино-часов, затрачиваемых на 1 т поковок по всем типам оборудования, входящим в комплект;
 K_i — число процентов от всего количества машино-часов, приходящееся на данный тип оборудования;
 W_i — количество машино-часов на годовую программу данного типа оборудования.

При подсчете загрузки оборудования тем или другим способом необходимо добавить время на установку и наладку штампов, которое принимается исходя из количества установок и наладок и времени на каждую установку или наладку. При укрупненном проектировании полученную по показателям загрузку оборудования следует увеличить примерно на 10%.

Если рассчитанное количество единиц оборудования выражается дробным числом, его следует округлить до целого числа, которое и будет выражать фактически принятое количество единиц M_{np} . Коэффициент загрузки оборудования по времени выразится формулой

$$n = \frac{M}{M_{np}} \quad (270)$$

При расчете требуемого количества оборудования необходимо стремиться к максимальному использованию оборудования по времени (а также и по мощности), поэтому коэффициент загрузки должен быть возможно ближе к единице.

Определение требуемого количества оборудования по методу детальных расчетов производится на основании разработанных технологических процессов с указанием порядка операций, необходимого оборудования (с его характеристикой) и нормы времени на поковку (штамповку).

Подробная разработка технологических процессов оформляется в виде технологических карт, в которых должны быть указаны: наименование и номер детали; количество и вес деталей по программе; материал, его наименование, марка, размер и вес; отходы (в процентах и весом); род, размер и вес заготовки; наименование и номер кузнечной операции, а также количество переходов; оборудование, требуемое для выполнения операций, его наименование и тип; мощность электродвигателей; необходимый инструмент; время на установку инструмента; температура нагрева заготовки; время на изготовление 1 шт. в мин; часовая производительность оборудования шт.; время работы оборудования на выполнение годовой программы (ч), количество рабочих, их специальность и разряд для каждой операции.

Требуемое количество единиц оборудования по каждому типоразмеру определяется на основании нормы времени на изготовление одной штуки поковки (штамповки) и общего количества их по годовой программе. Подсчитав по каждому типоразмеру оборудования количество часов, требуемых для выполнения годовой производственной программы по всем наиме-

и применяемого оборудования; в этих цехах применяются электрические мостовые краны, балочные краны, подвесные шаржир-машины, консольные поворотные краны, монорельсовые подвесные пути с тельферами, роляганги, конвейеры, шпирококолейные железнодорожные пути, электролафеты для передачи поковок из одного пролета в другой по рельсовым путям, напольные рельсовые или безрельсовые загрузочные машины для загрузки и выгрузки металла из печей и подачи его к прессам, манипуляторы для передвижения и поворотов поковок в процессе их изготовления под прессами и т. д.; для перевозки и погрузки грузов также применяют электропогрузчики и автопогрузчики, тягачи с прицепами, электрические и автотележки.

Грузоподъемность мостовых и других грузоподъемных и транспортных средств выбирают в зависимости от веса изготавливаемых поковок и веса частей оборудования, которые поднимаются краном при ремонте. Количество их определяют исходя из величины и направления грузопотоков цеха.

Приближенно количество мостовых кранов принимают из расчета один кран на каждые 40—50 м длины пролета. В тяжелом машиностроении грузоподъемность мостовых кранов доходит до значительных размеров: так, для обслуживания парогидравлических ковочных прессов мощностью 5000 м применяется мостовой кран грузоподъемностью 150 м, а для таких же прессов мощностью 10 000 м — грузоподъемностью 250 м и более.

§ 5. РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

Производственные рабочие. К категории производственных рабочих в кузнечных цехах относятся все рабочие, выполняющие работу в машинах и обслуживающие их в процессе работы, как-то: машинисты молотов и прессов, крановщики ковочных кранов, машинисты загрузочных машин, нагревальщики, рабочие по термической обработке, травлению, очистке, правке поковок, резке металла.

Количество производственных рабочих (/?) при детальном проектировании можно определить по годовой загрузке оборудования, выраженной в часах, или по количеству единиц оборудования с учетом коэффициента загрузки его по следующей формуле:

$$\frac{^{\wedge} \Delta^{\wedge} \Pi P T_{\text{г,}}}{\text{"}_{\Delta} P} \quad (272)$$

где /\, —действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$M_{\text{пр}}$ — принятое количество единиц однотипного оборудования;

$t_{\text{к}}$ — коэффициент загрузки оборудования;

$\Gamma_{\text{а}}$ — количество рабочих, обслуживающих данный агрегат;

$P_{\text{ц.р}}$ — действительный годовой фонд времени рабочего, ч.

При укрупненном проектировании количество производственных рабочих можно подсчитать по показателям:

а) трудоемкости, выраженной в человеко-часах, затрачиваемых на выпуск 1 м поковок;

б) производительности, выраженной годовым выпуском поковок (т) на одного производственного рабочего.

Количество вспомогательных рабочих принимается в процентном отношении от числа производственных, в среднем это составляет 35—50%; в некоторых отраслях машиностроения это количество доходит до 85%.

Инженерно-технический персонал составляет примерно 10—12%, счетно-конторский—3—5%, младший обслуживающий персонал — 1—2% от общего количества рабочих.

§ 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В МЕТАЛЛЕ И ТОПЛИВЕ

Вес потребного металла определяется по весу готовых поковок с учетом угара, прибылей и брака; размер этих отходов выражается в процентах от веса готовых поковок, причем величины их зависят от метода производства. При проектировании цеха эти величины принимаются по практическим или имеющимся проектным данным, полученным в результате подробных расчетов.

Годовую потребность в металле при укрупненном проектировании можно определить:

а) по коэффициенту использования металла, т. е. по отношению веса годных поковок к весу израсходованного металла (иначе по «выходу годного»); средняя величина этого коэффициента 0,80—0,85%;

б) по коэффициенту расхода металла, т. е. по отношению веса израсходованного металла к весу годных поковок (величина, обратная коэффициенту использования металла; средняя величина коэффициента расхода металла составляет 1,25—1,17).

При детальном проектировании вес металла, необходимого для изготовления поковок, определяется путем расчета при составлении технологических карт (или ведомостей). На основании этих данных и определяется общий вес годовой потребности в металле.

Выбор топлива должен производиться с учетом местных условий и возможности его использования. В качестве топлива для печей могут применяться мазут, каменный уголь, газ; в современных кузнечных цехах применяются также электрический нагрев в печах сопротивления и индукционный — токами высокой частоты.

Годовая потребность в топливе определяется:

а) по удельному расходу условного топлива в тоннах на 1 т металла;

б) по процентному отношению веса расходуемого условного топлива к весу выпускаемых поковок.

Более точно потребность в топливе может быть определена по тепловым балансам печей.

§ 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОСНОВНЫХ ВИДАХ ЭНЕРГИИ

В кузнечных цехах для приведения в действие оборудования применяются электроэнергия, пар, сжатый воздух, вода.

Для паровоздушных молотов энергоносителем может быть пар или сжатый воздух в зависимости от местных условий.

Для молотов свободнойковки давление свежего пара принимается равным 6—7 *ата* без использования отработанного пара и 7—8 *ата* с использованием отработанного пара; для парогидравлических прессов давление пара 10—12 *ата*. Часовой расход пара (в *кг/ч*) можно определить исходя из объемов цилиндров и прессов или по опытным данным в зависимости от веса падающих частей молота, от силы пресса, от диаметра сопла (при обдувке штампов).

Расход сжатого воздуха можно определить по расходу пара, принимая при этом, что 1 *м³* всасываемого воздуха эквивалентен 1 *кг* насыщенного пара. Расход сжатого воздуха при непрерывном дутье зависит от его давления и диаметра сопла.

В кузнечных цехах для гидравлических ковочных и парогидравлических прессов, для охлаждения штампов ковочных машин и фрикционных прессов, для печной арматуры, водяных завес у печей и т. д. требуется производственная вода. Расход воды при непрерывных процессах определяется исходя из напора и диаметра выходной трубы.

Расход электроэнергии определяют исходя из установленной мощности электродвигателей оборудования, печей, нагревательных приборов и т. д.

При укрупненных расчетах необходимое количество различных видов энергии принимают исходя из ее расхода на 1 *т* выпускаемых поковок.

§ 8. ПЛАНИРОВКА ЦЕХА И РАБОЧИХ МЕСТ

При общей планировке отделений цеха и размещении оборудования необходимо обеспечить прямоточность и последовательность обработки материала с тем, чтобы получить рациональное направление грузопотоков, при которых материалы, полуфабрикаты и готовые изделия будут проходить наиболее короткий путь.

При расстановке оборудования следует обеспечить наиболее рациональную организацию рабочего места и соблюдение следующих основных положений:

- 1) печь по отношению к молоту должна быть расположена так, чтобы рабочее место кузнеца не находилось под действием лучистой теплоты печи;

- 2) площади, на которых расположено кузнечное оборудование, должны быть достаточными для свободного выполнения работ;

- 3) у рабочих мест должны быть предусмотрены площади для хранения материалов и горячих поковок;

- 4) проходы и проезды для транспорта к рабочему месту должны быть достаточных размеров;

- 5) должно быть обеспечено соблюдение правил техники безопасности и охраны труда.

Печи по отношению к молотам располагаются различно:

- а) в одну линию с молотом (вдоль);

- б) перпендикулярно линии молотов;

- в) под углом 45° к линии молотов.

При работе на штамповочных молотах обрезающие прессы могут быть расположены: а) в одну линию с молотом и печью; б) перпендикулярно линии молота и печи; в) под углом 45° к линии молота и печи; г) сзади молота, параллельно его продольной оси.

Молоты, прессы и печи можно также располагать в различных комбинациях.

Общая планировка оборудования в цехе может производиться двумя способами:

- а) по типам оборудования, когда одноименное оборудование сосредотачивается вместе: паровые молоты составляют одну группу, пневматические — другую, прессы — третью и т. д.; так располагают оборудование в кузницах единичного и мелкосерийного производств;

- б) по поточному принципу, при котором оборудование располагается последовательно в порядке технологических операций для каждого рода заготовок, образуя, таким образом, самостоятельные потоки для каждой заготовки; потоки чаще всего направляются вдоль цеха, иногда (в массовом производстве), при короткой технологической линии отдельных заготовок, — поперек цеха.

При расположении оборудования по типам и при продольном направлении потока посередине цеха для движения транспорта и людей устраивается проезд (проход) шириной 4—5 м и более в виде асфальтированной или бетонной дорожки; иногда, кроме среднего продольного прохода, устанавливаются еще продольные проходы вдоль стен. В соответствии с длиной отдельных продольных потоков в поперечном направлении здания делаются также асфальтированные или бетонные проезды (проходы) шириной 4—5 м и более.

При поперечных потоках для движения транспорта и людей устраиваются два широких проезда (прохода) вдоль стен и поперечные проезды (проходы), отделяющие потоки разных заготовок.

Потребная площадь цеха определяется на основании планировки оборудования; расстояния между оборудованием и элементами здания, а также ширину проездов и проходов принимают по нормам технологического проектирования.

Удельная площадь (т. е. площадь, приходящаяся на единицу оборудования) будет различной в зависимости от характера производства и размеров оборудования: производственная площадь на единицу не крупного оборудования (до 1,5 м) — 35—40 ж²; для оборудования более крупного (при производстве машин средних размеров) — 50—60 ж²; для оборудования очень крупного (в производстве тяжелого машиностроения) — 70—100 ж² и более.

Ширина пролетов для кузнечных цехов в зависимости от размеров оборудования и планировки принимается 18, 24, 30 или 36 ж, шаг колонн 12 м.

Высота пролетов цеха принимается в зависимости от высоты оборудования, размеров мостовых кранов, а также от условий вентиляции*.

Так, например, в зависимости от размеров оборудования высота пролетов, в которых устанавливаются пневматические ковочные молоты, может быть 6,15 и 8,15 ж; в пролетах для паровоздушных ковочных молотов — 8,15; 9,65; 12,65 ж; в пролетах для гидравлических ковочных прессов — 9,65; 11,45; 14,45; 18,0; 20,0 ж; в пролетах для паровоздушных штамповочных молотов — 9,65; 11,45; 14,45 ж; в пролетах для штамповочных молотов с двусторонним ударом — 14,45; 12,65 ж; в пролетах для кривошипных ковочно-штамповочных прессов — 8,15; 9,65; 11,45 ж; в пролетах для горизонтально-ковочных машин — 8,15 ж; в пролетах для кривошипных закрытых ножиц — 6,15; 8,15; 9,65 ж. Все размеры указаны до головки кранового рельса.

Унифицированные типовые секции, из которых komponуется здание цеха и которые, по нормам строительного проектирования, в настоящее время следует принимать, указаны в гл. XVIII.

Здания для кузнечных цехов должны быть несгораемыми, железобетонной, металлической или смешанной конструкции, с перекрытием из железобетонных плит по металлическим фермам.

Здания кузнечных цехов обычно бывают прямоугольной формы, для больших цехов иногда строят здания в виде буквы П или в виде буквы Ш. В этих случаях здание состоит из двух или трех параллельных прямоугольных корпусов, соединенных поперечным корпусом. В параллельных корпусах размещается по потоку и роду заготовок кузнечное оборудование, причем в одном из корпусов — тяжелое оборудование, в другом — среднее, в третьем — легкое, в поперечном корпусе располагается термическое и травильно-очистное оборудование. Все пролеты оборудуются мостовыми кранами соответствующей грузоподъемности.

Здания для крупных кузнечных цехов по форме буквы П или Ш имеют некоторые преимущества в отношении естественной вентиляции и естественного освещения, но строительство их обходится дороже. Указанная форма здания в отличие от прямоугольной дает возможность создать путем рациональной конструкции верхних фонарей хорошие условия естественной вентиляции и достаточное освещение (в результате бокового остекления), что имеет особое значение для кузниц, так как верхние фонари покрываются копотью и не пропускают света.

Полы в кузнечных цехах земляные, глинобитные или кирпичные («на ребро»); дорожки для проезда делают бетонными или асфальтированными.

* Определение высоты зданий для цехов см. в гл. XVIII.

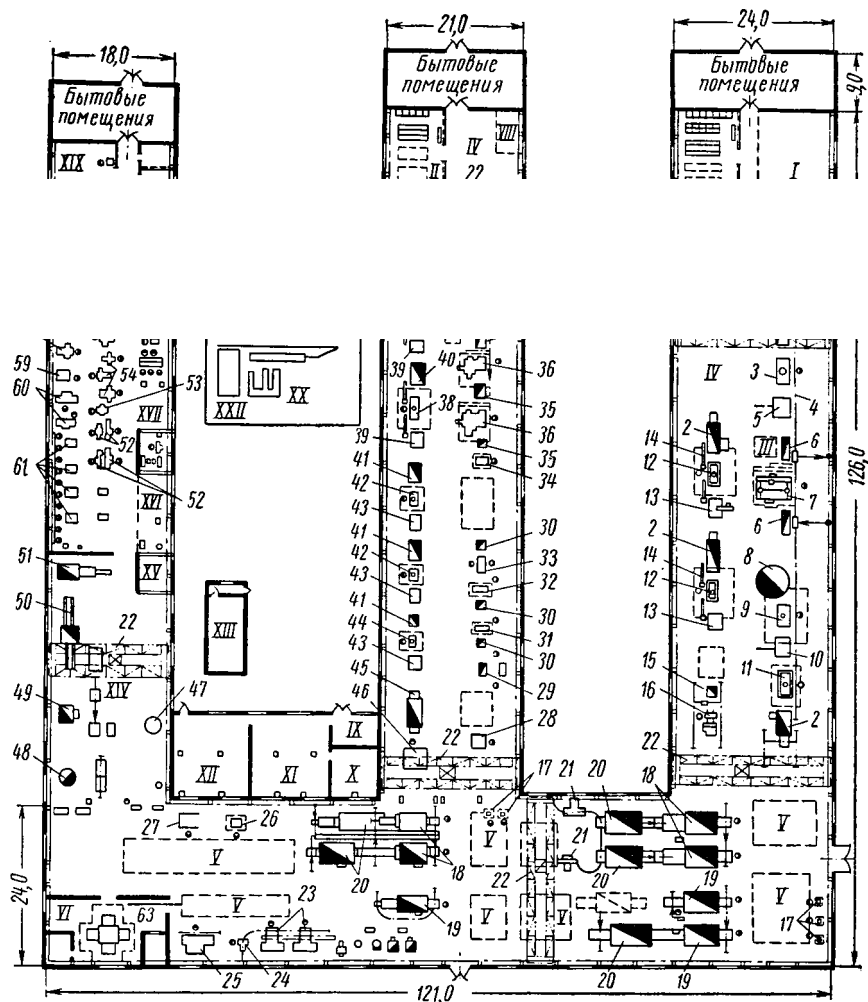


Рис. 122. План кузнечно-штамповочного цеха завода автомобильных и тракторных деталей (размеры в метрах):

I — площадка для бойлерной установки; II — склады штампов; III — площадки для хранения штампов; IV — склады нарезных заготовок; V — склады поковок; VI — травильное отделение; VII — площадка для отходов; VIII — площадка для ремонта печей; IX — склад железного купороса; X — холодильное отделение; XI — кристаллизационное отделение; XII — склада кислот; XIII — подвал для масла; XIV — отделение термообработки штампов; XV — контора; XVI — площадка для межоперационного склада и электросварочного отделения; XVII — отделение заготовки; XVIII — склада запасных частей; XIX — склада металла; XX — блок кузнечного цеха; XXI — склада металла; XXII — механический цех; 1 — кран-балка: $Q = 0,25 \text{ т}$; 2 — методические печи; 3 — штамповочный молот 7 т; 4 — монобель; 5 — обрезной пресс 450 т; 6 — шелевые печи; 7 — горизонтально-ковочная машина 6 т; 8 — карусельная печь; 9 — штамповочный молот 4 т; 10 — обрезной пресс 350 т; 11 — ковочный молот 2 т; 12 — штамповочные молоты 3 т; 13 — обрезные прессы 215 т; 14 — пластинчатые транспортеры; 15 — нагревательная печь; 16 — бульдозер 200 т; 17 — наждачные станины; 18 — закалочные печи с конвейерными баками; 19 — нормализационные печи с камерами охлаждения; 20 — отпускные печи; 21 — правильные прессы 100 т; 22 — мостовые электрические краны $Q = 5 \text{ т}$; 23 — вилайбрейторы; 24 — очистной барабан; 25 — дробеструйные камеры; 26 — фрикционный молот с доской 0,75 т; 27 — чеканочный пресс 800 т; 28 — обрезной пресс 200 т; 29 — газовое горно; 30 — камерные печи; 31 — пневматический молот 0,15 т; 32 — пневматический молот 0,35 т; 33 — пресс* 3 т; 34 — ротационно-ковочная машина; 35 — шелевые печи; 36 — горизонтально-ковочные машины 3 т; 37 — горизонтально-ковочная машина 4 т; 38 — штамповочные молоты 2 т; 39 — обрезные прессы 200 т; 40 — двухкамерная нагревательная печь; 41 — камерные нагревательные печи; 42 — штамповочные молоты 1 т; 43 — обрезные прессы 90 т; 44 — штамповочный молот 0,75 т; 45 — печь с шагающим подом; 46 — штамповочный пресс 450 т; 47 — дробеструйный аппарат; 48 — отпускная печь; 49 — печь с шаровым подом; 50 — печь с толкателем; 51 — печь с выдвижным подом; 52 — токарно-винторезные станины; 53 — вертикально-фрезерные станины; 54 — универсально-фрезерные станины; 55 — продольно-фрезерные станины; 56 — радиально-сверлильный станок; 57 — копировально-фрезерные станины; 58 — карусельный станок; 59 — универсальные круглошлифовальные станины; 60 — шлифовальные станины с шпоном валом; 61 — мостовой электрический кран $Q = 10 \text{ т}$; 62 — машина для травления поковок

На рис. 122 показан план кузнечно-штамповочного цеха завода авто-тракторных деталей. В настоящее время применяются здания более простой, прямоугольной формы.

§ 9. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕХА

Основные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность спроектированного, а также и действующего кузнечно-штамповочного цеха, следующие:

1. Годовой выпуск продукции (поковок, штамповок): а) на одного производственного рабочего в руб. и м^2 б) на одного работающего в руб. и м^2 в) на 1 м^2 производственной площади (приведенный к одной смене) в т; г) на 1 м^2 общей площади (приведенный к одной смене) в м^2
2. Основные средства на одного производственного рабочего в руб.
3. Производственная площадь на единицу производственного оборудования в м^2 .
4. Общая площадь на единицу производственного оборудования в ж^2 .
5. Число машино-часов на 1 т выпуска продукции.
6. Число человеко-часов на 1 т выпуска продукции.
7. Выход годных поковок по отношению к весу израсходованного металла в %.

ГЛАВА XIV. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ И ОТДЕЛЕНИЙ

§ 1. ВИДЫ И СОСТАВ ТЕРМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ, ИХ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА И РЕЖИМ РАБОТЫ

Термические цехи (или отделения) по назначению делятся следующим образом:

- 1) для обработки поковок и отливок, называемые «первыми» термическими цехами (отделениями);
- 2) для обработки деталей, прошедших механическую обработку, называемые «вторыми» термическими цехами (отделениями);
- 3) для обработки инструментов;
- 4) для обработки штампов.

Обычно два последних вида термических цехов являются отделениями инструментальных или штамповых цехов или одним объединенным отделением при инструментальном цехе для термической обработки инструментов и штампов. Кроме того, термическое отделение бывает при ремонтно-механическом цехе.

В состав термического цеха входят производственное и вспомогательные отделения, служебные и бытовые помещения.

Производственное отделение разбивается на участки, предназначенные для определенных операций термической обработки или для определенных деталей.

В состав вспомогательных отделений входят склады деталей, поступающих на термическую обработку, межоперационные склады, склады готовых деталей, вспомогательных материалов, приспособлений, трансформаторные подстанции.

Годовая производственная программа, а также методы дальнейших расчетов устанавливаются в зависимости от принятого метода проектирования — укрупненного или детального.

При укрупненном проектировании годовая программа цеха определяется выпуском годного (т. е. годной продукции цеха) в весовом выражении, включающем вес основных деталей и вес запасных частей; к выпуску годного прибавляется допускаемый процент возможного брака. В результате определяется общая годовая программа цеха (с учетом запасных частей и брака), выраженная в тоннах.

При этом методе проектирования вес деталей, подлежащих термической обработке, принимается (по практическим данным для разных видов машин) в определенном процентном отношении от общего веса всех деталей машин данных видов; эти величины для разных видов машин принимают по практическим данным: так, например, в производстве автомобильных и тракторных двигателей вес термически обрабатываемых деталей составляет примерно 40—50% от общего веса двигателя. К установленному таким образом весу деталей, подлежащих термической обработке (в год), прибавляется вес деталей, идущих в виде запасных частей и в брак. Оконча-

тельно установленный вес деталей, подлежащих термической обработке, распределяется в процентном отношении по операциям (по практическим данным), и устанавливается кратность нагрева; таким образом определяется годовой вес деталей по каждой основной тепловой операции.

При детальном проектировании составляется спецификация термически обрабатываемых деталей по годовой производственной программе и на каждую деталь разрабатывается технологический процесс термической обработки. В технологических картах указываются операции в порядке их выполнения, применяемое оборудование (печи и др.) с его характеристикой, приспособления, режим обработки (температура, длительность процесса), охлаждающая среда и ее температура, производительность оборудования.

Режим работы в термических цехах принимается двух- и трехсменный: трехсменный режим применяется для длительных операций, как-то: цементация, отжиг, азотирование, искусственное старение и др.; для операций менее длительных применяется двух- и трехсменный режим работы. В экономическом отношении целесообразно использовать печи большой производительности для работы в три смены.

§ 2. ОБОРУДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОЛИЧЕСТВА

При укрупненном проектировании потребное количество основного оборудования — печей — определяется исходя из их производительности, выраженной весом деталей, пропускаемых печью в 1 час ($\kappa_2/ч$), и общего веса деталей, подлежащих термической обработке в год; расчет можно также вести по удельной производительности печей, т. е. по весу (κ_2) деталей, пропускаемых с 1 м² площади пода печи в час ($\kappa_2/м^2-ч$).

Расчет количества печей производится отдельно для каждой тепловой операции: нормализации, закалки, отпуска, отжига, цементации, азотирования и т. д. Потребное (расчетное) для каждой тепловой операции количество печей (P_p) определяется по формуле

$$P_p = \frac{C}{\kappa_2 \cdot \eta \cdot m} \quad (273)$$

где C — общий вес годового выпуска всех термически обрабатываемых деталей или заготовок (по каждой тепловой операции), κ_2 ;

η — часовая производительность печи, $\kappa_2/ч$;

— действительный (расчетный) годовой фонд времени печи для одной смены, $ч$;

m — количество рабочих смен в сутки;

κ_θ — коэффициент, учитывающий время на переналадку процесса и выполнение вспомогательных операций.

При детальном проектировании потребное количество печей определяется исходя из общей или удельной их производительности и веса деталей каждого наименования, подлежащих термической обработке, на основании данных технологических карт или ведомостей; расчет ведется отдельно для каждой тепловой операции.

Потребное (расчетное) количество печей P_p исходя из их общей производительности (для каждой тепловой операции) определяется по аналогичной формуле

$$P_p = \frac{C}{\kappa_2 \cdot \eta \cdot m \cdot \kappa_\theta} \quad (274)$$

где C — общий вес годового выпуска деталей или заготовок данного наименования (по каждой тепловой операции), κ_2 .

Полученное тем или другим способом расчетное количество печей округляется до целого числа — принятого количества печей $P_{пр}$. Коэффициент загрузки печей (по времени)

Печи для термической обработки различаются:

а) по назначению, т. е. по виду тепловой операции, для которой предназначена печь;

б) по роду применяемого топлива или энергии;

в) по конструктивным особенностям.

Выбор типа печи зависит от характера и размеров производства, применяемого топлива и рода тепловой операции. Наибольшими преимуществами обладают электрические печи, далее следуют газовые, затем — работающие на жидком топливе и, наконец, печи, работающие на твердом топливе.

Применяемые типы печей:

для отжига: немеханизированные камерные печи; шахтные (газовые и электрические); с выдвижным подом; непрерывного действия (толкательные), работающие на топливе всех видов; туннельные, работающие на газе и мазуте; электрические печи элеваторного типа; вакуумные печи (для отжига деталей из магнитных сплавов, титана и др.);

для нормализации: немеханизированные камерные печи; шахтные; с выдвижным подом; непрерывного действия (толкательные, с вращающимися роликами, карусельные); топливо всех видов;

для заковки: печи всех типов в зависимости от размеров нагреваемых деталей, производственной программы, организационной формы производства, температуры нагрева; топливо всех видов; для печей непрерывного действия (конвейерных, толкательных) применяются конвейеры или элеваторные закалочные баки, входящие в состав всего печного агрегата;

для отпуска: электрические печи немеханизированные — камерные; механизированные непрерывного действия (толкательные, конвейерные, с вращающимися роликами, с подвесным конвейером); печи шахтные; печи-ванны (газовые) — свинцовые, соляные, масляные;

для цементации твердым карбюризатором: печи немеханизированные камерные (топливо всех видов); печи непрерывного действия (толкательные), карусельные с вращающейся ретортой (топливо — газ, мазут, иногда электронагрев);

для газовой цементации: электрические печи — шахтные, вертикальные, муфельные, печи с вращающейся ретортой и непрерывного действия; муфельные — мазутные, газовые, электрические;

для газового цинирования: электрические и газовые печи, камерные муфельные; горизонтальные; шахтные; печи непрерывного действия муфельные;

для жидкостного цинирования: печи-ванны немеханизированные мазутные, газовые, электрические; печи-ванны механизированные с подвесным конвейером; топливо — газ (иногда мазут);

для обработки при температуре ниже 0° : рефрижератор и камеры-охладители.

Для заковки деталей применяются закалочные немеханизированные баки; механизированные баки с конвейерами, элеваторами, подъемниками; пневматические закалочные прессы; пневматические закалочные машины с вращением закаливаемых деталей и другие машины.

Для выполнения комплексно нескольких термических операций при обработке деталей массового и крупносерийного производства применяют специальные агрегаты, состоящие из нескольких видов оборудования (печи, закалочные баки, моечные машины

и др.), устанавливаемых один за другим в порядке последовательности операций. Такие агрегаты часто состоят из закалочной печи конвейерного или толкательного типа, конвейерного закалочного бака и отпускной печи с толкателем или конвейером, устанавливаемых в одну линию.

Для очистки поковок и отливок применяются очистные барабаны, дробеструйные установки; для очистки деталей и инструментов — дробеструйные аппараты.

Для травления в кислотных растворах применяются травильные; промывные или нейтрализационные баки, механизированные травильные установки.

§ 3. УСТАНОВКИ ДЛЯ СКВОЗНОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО НАГРЕВА ТОКАМИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ И ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

В современном машиностроении все большее применение получают установки для сквозного и поверхностного нагрева под закалку токами промышленной частоты и токами высокой частоты; эти установки успешно используются для деталей, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей.

Сквозной электронагрев деталей с помощью токов промышленной частоты может осуществляться одним из двух методов такого нагрева: методом сопротивления или индукционным методом. Первый применяется для термической обработки деталей, имеющих одинаковое сечение по длине (прутки, гладкие валы, оси, трубы, проволока и пр.). При этом методе нагрев детали непосредственно осуществляется током, пропускаемым через деталь. Второй метод нагрева — током промышленной частоты — индукционный — применяется для термической обработки однотипных массивных деталей (бандажей, колец и др.). При этом методе нагреваемая деталь располагается в переменном электрическом поле специального трансформатора. Установки для нагрева деталей индукционным методом отличаются надежностью и имеют высокий коэффициент полезного действия (до 90%).

Электронагрев деталей током высокой частоты может осуществляться следующими способами:

- 1) одновременный нагрев и закалка всей обрабатываемой поверхности; производительность установки, работающей по этому способу, выше, чем при других способах; она определяется временем нагрева детали;
- 2) последовательный нагрев и закалка отдельных участков детали; применяется при последовательной обработке шеек коленчатых и распределительных валов, зубьев зубчатых колес с модулем больше 6; производительность установок меньше, чем предыдущей;
- 3) непрерывно-последовательный нагрев и закалка с перемещением детали; деталь с постоянной скоростью перемещается в зоне действия индуктора, в пределах которой происходит нагрев поверхности детали, и поступает в зону охлаждения для закали.

Поверхностный электронагрев токами высокой частоты применяется для деталей сложного контура (коленчатые, распределительные и шлицевые валы, зубчатые колеса и др.). Можно производить электронагрев и деталей более простого контура (гладкие валы, цилиндрические детали и т. д.).

Для различных способов высокочастотного поверхностного нагрева под закалку применяются специальные станки и приспособления разных типов, например станки для последовательной поверхностной закали шеек коленчатых валов, станки для непрерывно-последовательной закали цилиндрических изделий и т. д.

Нагревательный индуктор является одним из основных элементов установки высокочастотного нагрева. Индукторы изготовляют из трубок

красной меди с толщиной стенок 1,5—2,0 мм. Специальные индукторы (например, для нагрева шеек коленчатых и кулачковых валов и др.) выполняются из медных отливок или их делают сварными из листовой красной меди.

Для питания установок высокочастотной поверхностной закалки применяются генераторы разных типов с различными диапазонами частот и мощностей в зависимости от размерности и формы закаливаемых деталей, глубины закаливаемого слоя. Ламповые генераторы применяются для деталей сложной формы с глубиной закалки, исчисляемой в долях миллиметра. Искровые генераторы служат для закалки мелких деталей и инструментов с глубиной закалки от 1 мм. Машинные генераторы используются для деталей типа тел вращения, а также для плоскостных деталей с глубиной закалки свыше 2 мм.

В поточном производстве высокочастотные установки целесообразно размещать непосредственно в поточных линиях; в производстве разнотипных деталей и в мелкосерийном производстве их располагают в термических цехах в особых изолированных помещениях.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОЧЕГО СОСТАВА. ПЛАНИРОВКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЦЕХА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЭНЕРГИИ

Количество производственных рабочих термического цеха определяют по числу устанавливаемых печей и агрегатов с учетом количества рабочих смен и коэффициента загрузки оборудования.

Вспомогательные рабочие составляют примерно 15—20% (иногда до 25%) от числа производственных рабочих.

Инженерно-технический, счетно-конторский и младший обслуживающий персонал принимают соответственно 10—12%, 3—5% и 1—2% от общего количества рабочих.

Производственную площадь цеха при детальном проектировании определяют на основании планировки оборудования и рабочих мест, при укрупненном проектировании — по годовому выпуску готовой продукции в тоннах с 1 м² площади; так, например, для первого термического цеха можно принимать 8—15 т с 1 м² площади; для второго термического цеха — 5—9 т, для термических отделений инструментальных цехов — 0,8—1,5 т.

Производственную площадь цеха можно также определить по удельной площади, т. е. по площади, приходящейся на единицу оборудования (печь, агрегат), которая, например, составляет для первого термического цеха 120—150 м², для второго — 55—70 м², для термических отделений инструментальных цехов — 25—35 м².

Вспомогательная площадь принимается в процентном отношении от производственной: для первого и второго термических цехов — 10—15%, для термических отделений инструментальных цехов — 20—25%.

Первый термический цех часто размещается при кузнечном цехе. Второй термический цех (кроме термических участков, находящихся непосредственно в поточных линиях механических цехов) располагается в отдельном здании, так же как и общие термические цехи с универсальным оборудованием.

При расположении термических цехов или отделений в одном здании с механическими и другими цехами необходимо размещать их у наружных стен и отделять от соседних помещений капитальными стенами из огнестойких материалов.

Такое расположение улучшает условия естественной вентиляции их в летний период; кроме того, это дает возможность доставлять вспомогательные материалы непосредственно со двора завода.

Ширина пролетов термических цехов и отделений принимается 18 и 24 м, а для заводов тяжелого и кузнечно-прессового машиностроения —

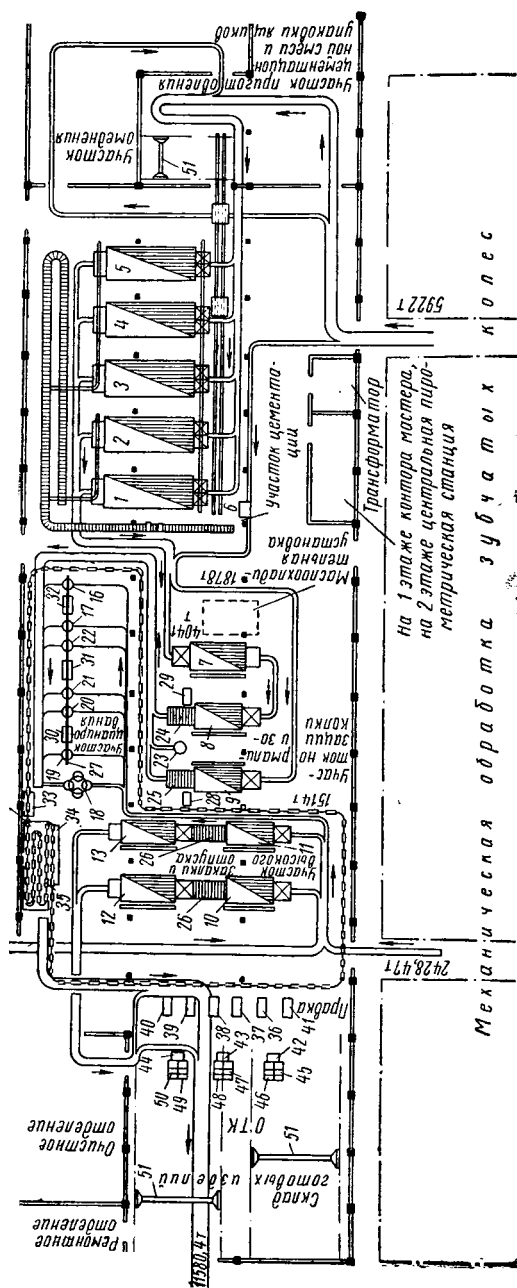


Рис. 123. Термический (второй) цех завода грузовых автомобилей:

С — печи непрерывного действия для цементации; 6 — печь непрерывного действия с вращающейся ретортой; 7 — толкательная машина для нормализации; 8—11 — то же, для нагрева под закалку; 12, 13 — то же, для отпуска; 14 — проходная ванна для нормализации; 15 — шахтная печь для отпуска; 16, 17, 18 — соляные ванны; 19 — механизированная ванна для закалки; 20 — закалочный пресс; 21—26 — конвейерные закаточные баки; 27 — монорельс; 28, 29 — закалочные машины; 30—32 — двойные балки; 33—34 — моечные машины; 35 — промывной бак; 36—41 — правильные прессы; 42—44 — наждачные станки; 45 — приборы Роквелла; 51 — кран-балка

24,30, 36 м\ шаг колонн 12 м; высота пролетов для головки кранового рельса 8,15; 9,65; 11,45; 12,65; 14,45 ж и более; высота до нижней выступающей точки покрытия соответственно 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18,0 м и более. При отсутствии мостовых кранов высота до низа конструкции покрытия 8,4; 9,6; 10,8 м.

Унифицированные типовые секции, из которых komponуются здания машиностроительных цехов, в том числе и термических, и которые, по нормам строительного проектирования, следует в настоящее время принимать, указаны в гл. XVIII.

Мостовые краны в термических цехах или отделениях устанавливаются при обработке крупных штампов и деталей.

На рис. 123 дан план второго термического цеха завода грузовых автомобилей, предназначенного для термической обработки деталей после механической обработки.

Количество необходимого топлива определяется обычно укрупненным методом по принятым нормам расхода его на 1 т нагреваемых деталей.

Потребность в электроэнергии определяется исходя из мощности электрических печей и агрегатов и годового количества часов их работы.

Потребность в сжатом воздухе подсчитывается по расходу воздуха (в мУч) на одно сопло и количеству установленных аппаратов, потребляющих сжатый воздух.

Расход воды для производственных целей определяется по принятым нормам (в кубических метрах на 1 т закаливаемых деталей); расход пара для промывки деталей — по нормам в килограммах на 1 т деталей.

Потребность в основных и вспомогательных материалах подсчитывается по принятым процентным отношениям их к весу обрабатываемых деталей.

§ 5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наиболее характерные технико-экономические показатели термических цехов следующие:

1. Годовой выпуск продукции цеха в т и руб.
2. Основные средства цеха в руб., в том числе стоимость зданий и сооружений, стоимость оборудования, инвентаря.
3. Годовой выпуск продукции на одного производственного рабочего в т и руб.
4. Годовой выпуск с 1 м² производственной площади (отнесенный к одной смене) в т.
5. Годовой выпуск с 1 м² общей площади (отнесенной к одной смене) в т.
6. Годовой выпуск продукции в руб. на 1 руб. основных средств цеха.
7. Производственная площадь на единицу оборудования (печь, агрегат) в м².

ГЛАВА XV. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ТРАНСПОРТА

§ 1. СРЕДСТВА И ВИДЫ ТРАНСПОРТА

Заводской транспорт делится на три вида: 1) внешний, 2) междеховой и 3) цеховой.

Внешний транспорт служит для связи завода с ближайшими магистралями и другими промышленными и хозяйственными предприятиями. Пути сообщения могут быть автомобильные, железнодорожные (ширококолейные и узкоколейные) и водные.

В качестве транспортных средств на железнодорожных путях применяются тепловоз, электровоз, паровоз, мотовоз, на шоссе — автомобиль, автотягач и трактор с прицепами.

Междеховой транспорт служит для перевозки грузов между цехами и складами. Транспортными средствами в этом случае являются электрические и автотележки, автомобили, автотягачи с прицепами, подвесные монорельсы с электрическими тельферами и железнодорожные пути — ширококолейные и узкоколейные, а в некоторых случаях и водные пути.

Цеховой транспорт предназначен для перемещения грузов внутри цеха; он обслуживает станки, сборочные стенды, рабочие места, цеховые и складские помещения. В качестве транспортных средств применяются: электрические, авто- и ручные тележки; узкоколейные и ширококолейные железнодорожные пути; подвесные монорельсы с электрическими тельферами; поворотные краны в виде стрел с талями или тельферами; поворотные краны на колоннах, консольные краны; велосипедные краны; катучие и подвесные кран-балки с тельферами; мостовые электрические краны обыкновенные и с поворотными стрелами; конвейеры, роуланги, желоба, склизы, скаты, подъемники (лифты); пневматические подъемники.

§ 2. ВЫБОР ВИДА ЦЕХОВОГО ТРАНСПОРТА

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от следующих факторов: характера изготавливаемой продукции, ее веса и размеров; вида производства и формы организации работы; размеров грузооборота (т. е. количества перемещаемых грузов); назначения транспорта; типа или размеров обслуживаемых транспортом зданий.

В каждом отдельном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который наиболее рационально и экономично обслуживал бы производственный процесс. Для этого надо подсчитать затрату времени на перемещение того или иного груза, установить соответствие этого времени темпу производственного процесса, определить затраты на намеченный транспорт и выяснить, в какой степени они отразятся на себестоимости продукции.

Удобным транспортом являются электрические тележки (рис. 124); они просты в управлении и бесшумны, благодаря чему их широко приме-

няют на заводах. Электротележки приводятся в движение электродвигателем, питающимся током от аккумуляторной батареи. Они строятся грузоподъемностью 0,75; 1,0; 1,5; 2; 3 и 5 /га с подъемными платформами и подъемными кранами или без них.

При пользовании тележками с подъемной платформой необходимо применять ящики с ножками или же устанавливать ящики на специальные укладочные подставки с ножками. В этом случае платформа тележки подходит под ящик или подставку и принимает на себя груз; таким образом, быстро и легко совершается погрузка и разгрузка.

Грузоподъемный кран, установленный на электрической тележке, дает возможность легко ставить заготовки и детали на станок и брать их со станка.

Электротележки легко маневрируют. В цехах, не требующих широких проходов и больших радиусов закругления и благодаря резиновым шинам передвигаются совершенно бесшумно. Для пользования ими в цехах надо иметь гладкие дорожки (асфальтовые, бетонные, из торцевой деревянной пашки). Скорость движения электрических тележек 6—15 км/ч. Ниже приводятся размеры платформ электротележек:

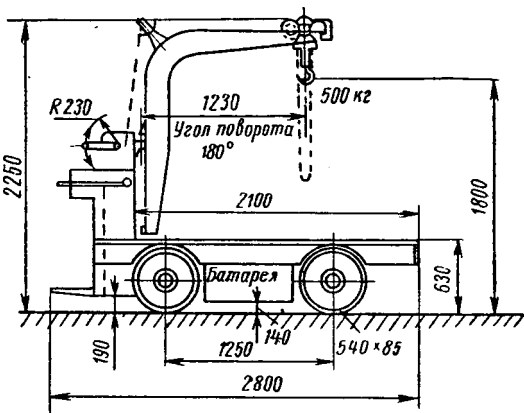


Рис. 24. Электрическая тележка с грузоподъемным краном весом 0,5 т

Грузоподъемность электротележек, т	Размеры платформ, мм длина ширина	
1,5	1600	1000
2	1750	1150
3 и 4	1850	1150

Кроме электрических тележек применяются автотележки, приводящиеся в движение бензиновым двигателем. Недостаток автотележек — выделение отработанных газов, а также применение дорогого (сравнительно) горючего, вследствие чего они применяются значительно реже, чем электротележки.

Для подъема грузов на автомобили и электротележки без подъемных платформ применяются самоходные подъемники (автопогрузчики).

Узкоколейный железнодорожный транспорт в настоящее время в механических и сборочных цехах применяется редко; рельсы (даже «утопленные») и поворотные круги неудобны и вызывают загрязнение пода. В сборочных цехах узкоколейный путь используется для передвижения тележек, на которых производится сборка машин (сборка на подвижных стендах), а также для вывоза готовых машин. В механических цехах узкоколейным путем пользуются иногда для подвоза материалов в цеховые склады.

Ширококолейный железнодорожный транспорт применяется для подачи в цеховые склады большого количества грузов и тяжелых заготовок (отливок, поковок), а также для вывоза готовой тяжеловесной и громоздкой продукции из сборочного цеха; в этих случаях железнодорожный путь вводится прямо в здание цеха. Иногда железнодорожный путь не заводят в цех, а проводят около цеха; при этом готовая продукция вывозится по подвесному пути тельфером или посредством выпуска мостового крана

из цеха; последний способ нельзя применять в местности с суровыми климатическими условиями, так как устройство штор в местах выхода крана не обеспечивает достаточной защиты от проникновения холода.

Монорельсы с тельферами (однорельсовые подвесные пути) применяются для передачи различных материалов, полуфабрикатов или изделий из цеха в цех, в склады для вывоза продукции, для передачи деталей со станка на станок, особенно при массовом или крупносерийном производстве, когда детали идут непрерывным потоком. Для указанных случаев этот вид транспорта очень удобен и широко применяется.

Монорельсы подвешиваются к несущим конструкциям здания или укладываются по ним по высоте не менее 2,5 м, считая от пола до нижней полки рельса. Для монорельсов применяется прокат двутаврового, коробчатого или специального профилей.

Монорельсы могут быть прямыми, кольцевыми, а также в виде разветвлений сети путей с переводными стрелками или поворотными кругами. Для кривых участков пути радиусы закруглений принимаются от 1 до 5 м. Отдельные звенья пути укладываются горизонтально или с уклоном в грузовом направлении 0,5—1,0%; высота подъема до 20 ж. Грузоподъемность тельферов от 0,25 до 5 т, а иногда и выше.

Управление тельферами производится с пола или из кабины, подвешенной к тельферу; в первом случае скорость движения тельферов 15—30 м/мин, во втором — до 100 м/мин.

Поворотные краны в виде простой стрелы с талью либо тельфером или в виде крана на колонне употребляются в качестве местных, обслуживающих один определенный станок или рабочее место (в крайнем случае — два). Такими поворотными кранами пользуются для подъема на станок тяжелых деталей, а иногда и для передачи деталей со станка, находящегося в одном пролете, на станок, расположенный в другом пролете. Необходимость крепления такого рода стрел или кранов на колоннах здания должна быть заранее предусмотрена при расчете колонн, так как дополнительная нагрузка на них иногда достигает значительных размеров.

Консольные электрические краны в виде консольной фермы, перемещающейся вдоль стены по рельсам, применяются для обслуживания цеховых складов или пролетов крупных цехов. Они обслуживают зону вдоль цеха; ширина зоны зависит от вылета консоли. Вылет таких кранов достигает до 5 м. Эти краны удобны тем, что не занимают площадь пола, но они дают значительную дополнительную нагрузку на стену здания что требует усиления ее конструкции. Установку консольных кранов необходимо предусмотреть при расчете конструкции здания.

Велосипедные краны в отличие от консольных имеют одну опору с колесами, катящимися по рельсу, расположенному на полу, и вторую опору с колесами, катящимися по рельсу, расположенному на стене, наверху. Такой тип крана значительно меньше нагружает стену здания, но зато нижняя опора его занимает полезную площадь пола, на которой расположен рельс.

Наиболее распространенным средством верхнего транспорта в цехах являются электрические мостовые краны. Преимущество их заключается в том, что, являясь одновременно грузоподъемным и транспортным средством, они обслуживают всю площадь цеха, причем ширина пролетов достигает более 40 м; грузоподъемность таких кранов достигает до 350 т и более.

На электрических кранах управление преимущественно верхнее (из подвешенной кабины); в редких случаях краны имеют нижнее управление. Скорость передвижения кранов с верхним управлением до 120 м/мин; скорость кранов, управляемых с пола, не более 30 м/мин. Основные параметры и габаритные размеры мостовых электрических кранов установлены ГОСТами.

Для передачи деталей, изделий или материалов из одного пролета в другой или для подъема их на верхние галереи здания применяются спе-

циальные электрические мостовые краны с поворотными стрелами (рис. 125); длина стрел 5—8 м.

При большом количестве крановых операций, особенно когда мостовыми кранами пользуются при сборке или кузнечной обработке (например, в больших сборочных и кузнечных цехах), мостовые краны располагаются в два или три яруса (см. рис. 109 и 110); при таком расположении они не мешают в работе один другому; в этом случае требуется увеличенная высота зданий.

В складах и цехах при небольшом объеме перегрузочных работ применяются ручные однобалочные и двухбалочные мостовые краны, первые



Рис. 125. Мостовой электрический кран с поворотной стрелой

грузоподъемностью 1,3; 5; Юте пролетами 5—17 м и вторые грузоподъемностью 5; 10; 15; 20 т с пролетами 8—17 м.

Для подъема груза однобалочные краны снабжены ручными таями, а двухбалочные — ручными таями или ручными барабанными лебедками.

В цехах и складских помещениях машиностроительных заводов широко применяются подвесные электрические однобалочные краны с электрическими таями (тельферами) и электрическим механизмом перемещения, управляемые с пола. Грузоподъемность таких однобалочных кранов от 0,25 до 5,0 т при общей длине несущей балки (полная длина крана) до 12 м, скорость передвижения до 30 м/мин.

Высота и другие размеры балочных кранов меньше, чем у кранов с верхним управлением, поэтому при установке их требуется меньшая высота над подкрановыми рельсами и меньшая общая высота зданий.

Конвейеры, рольганги, наклонные плоскости и желоба, скаты, склизы и другие подобные транспортные устройства служат для передачи деталей, полуфабрикатов или заготовок в процессе производства от одного рабочего места к другому, преимущественно при поточной работе.

Из разных типов конвейеров в машиностроительном производстве применяются главным образом конвейеры ленточные, пластинчатые, напольные тележечные — вертикально-замкнутые и горизонтально-замкнутые, подвесные цепные, шагающие пульсирующие.

Ленточные конвейеры имеют в качестве тягового органа прорезиненную ленту, на которой (иногда) закрепляются специальные гнезда для деталей. В механических и сборочных цехах применяются конвейеры с шириной ленты 200—600 мм. Скорость рабочего конвейера 6—30 м/мин, скорость транспортного конвейера 30—60 м/мин. и выше.

Пластинчатые конвейеры бывают длиной до 200 м с шириной настила 400—1600 мм; наиболее употребительные размеры ширины настила 400, 500, 650 и 800 мм. Скорость рабочего конвейера 1—5 м/мин, транспортного — 7—20 м/мин.

Напольные тележечные конвейеры*, широко применяемые в механических, сборочных, литейных и других цехах поточного производства, имеют непрерывное или прерывистое (периодическое, пульсирующее) движение. Они бывают вертикально-замкнутые и горизонтально-замкнутые (см. рис. 95). Вертикально-замкнутые делаются с опрокидывающимися (применяются более часто) и с неопрокидывающимися тележками. У этих конвейеров обратная ветвь расположена под рабочей, над полом или под полом. Благодаря круговому движению у горизонтально-замкнутых конвейеров используется вся длина его ходовой части.

Подвесные цепные конвейеры* (см. рис. 95, в) представляют собой замкнутое тяговое устройство в виде цепи с каретками, несущими подвески для грузов. Они широко применяются в поточном производстве для передачи деталей от одного рабочего места к другому и в другие цехи. Особенно широкое применение они получили на заводах автомобильных, тракторных, сельскохозяйственного машиностроения.

Шагающие пульсирующие конвейеры* (см. рис. 96) применяются для сборочных работ; благодаря пульсирующему движению они дают возможность сочетать методы подвижной и стационарной сборки.

Роликовые конвейеры* (рольганги, роликовые столы) бывают приводные и не приводные. У приводных рольгангов вращение роликов механизировано. На не приводных рольгангах движение грузов происходит при горизонтально расположенных роликах под действием приложенного к ним усилия (толчка), а при наклонно расположенных роликах — под действием собственного веса груза.

Приводные рольганги применяют главным образом в прокатном производстве; в машиностроительном производстве не приводные рольганги применяют как при поточной работе, так и в других случаях для перемещения деталей от одного рабочего места к другому. Если детали не имеют плоской поверхности, они перемещаются в ящиках, на лотках, на поддонах, подставках. Наклонные рольганги имеют уклон 2—3°.

Рольганги могут быть с закруглениями, разветвлениями и стрелочными переводами (см. рис. 100, а и б), поворотными крутами, шариковыми плитами.

Рольганги широко применяются в поточном производстве механических, сборочных и других цехов машиностроительных заводов.

Для снятия деталей с конвейеров и рольгангов и постановки их на станки используются тельферы и пневматические подъемники на монорельсах. Особенно удобны пневматические подъемники, которые получили широкое распространение на автомобильных заводах; пользуются такими подъемниками грузоподъемностью до 1,75 т, при высоте подъема груза до 1,8 м и давлении воздуха в сети 5—7 атм.

В поточном производстве для передачи деталей от станка к станку применяют скаты и склизы; так называются они в зависимости от того, как перемещается деталь — скатыванием или скольжением.

Скаты предназначаются для передвижения цилиндрических или шарообразных деталей. Они могут быть в виде одного или нескольких наклонных желобов или в виде наклонного металлического каркаса с направляющими. Скаты собираются из стандартных секций длиной 1,5—2 м. В зависимости от веса и формы деталей скаты выполняют с уклоном от 1 : 10 до 1 : 15; длина скатов доходит до 10 м.

* Дополнительно см. гл. V, § 7.

Склады служат для передвижения деталей, имеющих плоские **опорные** поверхности; склады изготавливаются в виде металлического желоба с уклоном от 1 : 2 до 1 : 5.

Грузовые подъемники служат для вертикального перемещения грузов в многоэтажных зданиях. Лифты устраиваются обычно в глухих шахтах. Грузоподъемность лифтов, применяемых на заводах, колеблется в пределах 0,5—3,0 т, при этом размеры площади кабины составляют от 1500 X 1500 мм до 2500 X 3000 мм при ширине дверного полотна 1400—2200 мм\ высота кабины 2000 мм. Высота машинного отделения для лифтов грузоподъемностью 2 т и выше равна 2400 мм.

§ 3. ГРУЗОВЫЕ ПОТОКИ

Грузовые потоки завода или цеха представляют собой схему движения по цеху или заводу материалов, полуфабрикатов и изделий в соответствии с последовательным ходом производственного процесса. Схема грузовых потоков иллюстрирует, насколько соблюден в данном производстве основной принцип — кратчайший путь движения материалов и полуфабрикатов в процессе их обработки и изготовления из них изделий. Перемещение грузов по тому или иному направлению осуществляется различными транспортными средствами: иногда одним из их видов, но чаще всего в их комбинации. Чем лучше соблюден в производстве вышеуказанный основной принцип кратчайшего пути материалов и изделий, тем правильнее грузовые потоки и тем лучше работа транспорта.

Грузопотоки завода указывают распределение и направление движения грузов по цехам и складам; грузопотоки цехов — распределение и направления движения грузов по рабочим местам и складским помещениям цеха.

Общий вес грузов, перемещаемых в течение года или суток, определяется для материалов и заготовок по черному весу, а для готовых деталей и изделий — по чистому; разность между этими весами составит вес перемещаемых отходов.

Грузовые потоки, изображенные графически для отдельных цехов и всего завода, должны указывать поступление и движение материалов, заготовок и полуфабрикатов с обозначением их черного веса, движение отходов с указанием их веса и, наконец, движение и выход готовой продукции, выраженной в чистом весе.

Линии (или полосы) грузовых потоков изображают направление движения грузов, а их толщина — вес в соответствующем масштабе.

На рис. 126 изображена схема общезаводских грузовых потоков крупного машиностроительного завода.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для своевременного и регулярного транспортирования грузов необходимо обеспечить цехи и весь завод достаточным количеством тех или иных подъемно-транспортных средств.

Степень обеспеченности оборудования цеха механизированными подъемно-транспортными средствами определяется отношением количества единиц производственного оборудования, обслуживаемых механизированными подъемно-транспортными средствами, к общему числу единиц производственного оборудования цеха.

Необходимое количество подъемно-транспортных средств, зависящее от условий производства, можно определить: а) путем подробного расчета по каждому виду транспорта на основе веса перемещаемых грузов и б) на основе опытных данных.

Расчет потребного количества мостовых кранов по первому способу, т. е. на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций, ведется в следующем порядке:

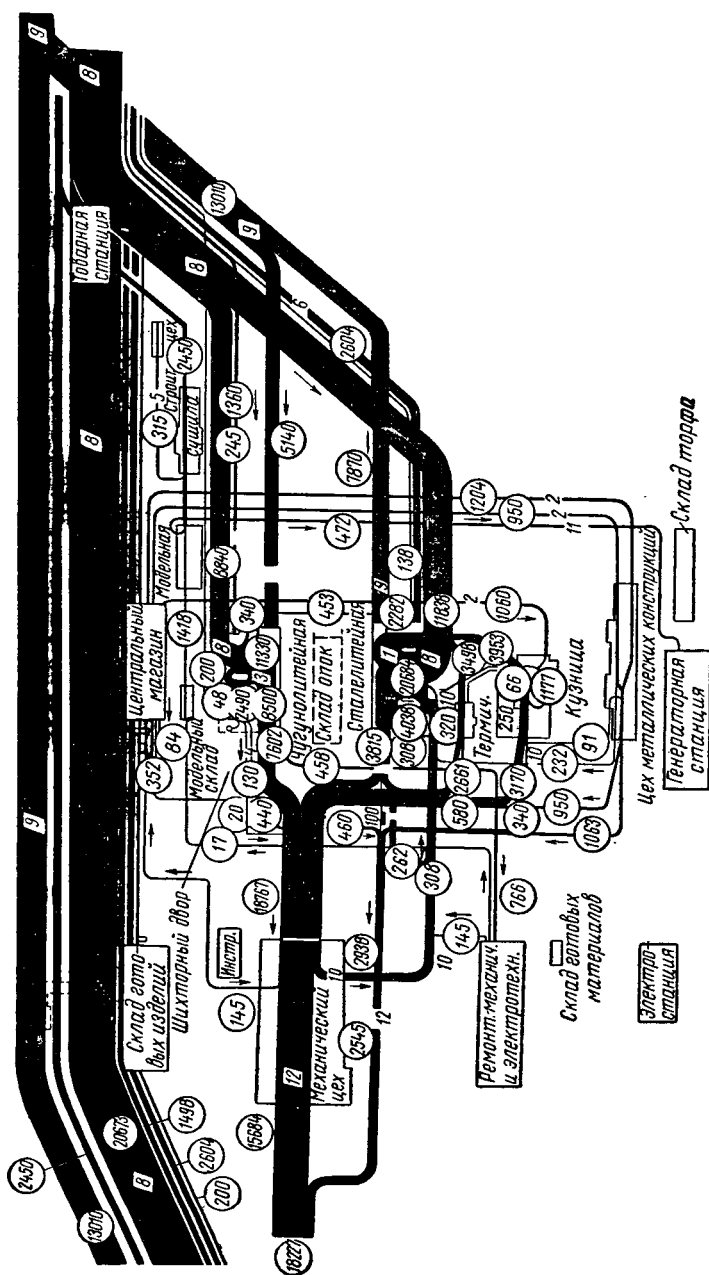


Рис. 126. Схема общезаводских грузовых потоков:

1 — сталь; 2 — сортовой материал; 3 — чугун; 4 — бронза; 5 — дерево; 6 — флюсы, заправочные материалы; 7 — кокс; 8 — металлургическая шихта; 9 — формовочные материалы; 10 — металлические отходы; 11 — древесные отходы; 12 — готовые изделия. Цифры в кружках указывают вес перемещаемых грузов — в тоннах

1. Намечается количество деталей II , подлежащих транспортированию краном в течение года, на основе общей номенклатуры деталей по годовой производственной программе.

2. Исходя из среднего количества переходов общей детали от одного рабочего места к другому, включая и склады, т. е. среднего количества крановых операций на одну деталь $г$, определяют общее количество крановых операций в год для транспортируемых краном деталей J_z , которое получится путем умножения среднего числа переходов одной детали от одного рабочего места к другому I на количество деталей O , подлежащих транспортированию в течение года, т. е.

$$J_z = I \cdot O > 1.$$

3. По полученному годовому числу крановых операций J_z , определяют число крановых операций в одну смену J_{cm} , оно получится путем деления годового числа операций J_z на общее количество смен за все годовое количество дней (суток) Φ (Φ — количество рабочих дней в году, m — количество рабочих смен в сутки), т. е.

$$J_{cm} = \frac{J_z}{\Phi \cdot m}$$

4. Исходя из длины технологической линии, определяется средняя длина пути крана (туда и обратно) на одну крановую операцию l_{cp} , м.

5. Зная скорость движения крана по его характеристике, находят время $\xi_{кр}$ (мин), потребное на пробег крана за одну крановую операцию, путем деления средней длины пути крана (туда и обратно) l_{cp} (м) за одну крановую операцию на среднюю скорость движения крана v_{cp} в м/мин, т. е.

6. Полученное время $\xi_{кр}$, потребное на пробег крана за одну крановую операцию, надо умножить на число крановых операций в смену J_{cm} , в результате чего получится время $T_{кр}$ (мин), потребное на пробег крана за все крановые операции в одну смену, т. е.

$$T_{кр} = \xi_{кр} \cdot J_{cm}$$

7. Определяется время на загрузку крана деталями T_z и разгрузку крана T_p в смену в минутах, каждое из которых получается умножением времени загрузки и разгрузки ξ_p крана в минутах для одной операции на число всех крановых операций в смену J_{cm} , т. е.

$$T_z = \xi_z \cdot J_{cm}$$

$$T_p = \xi_p \cdot J_{cm}$$

(ξ_z и ξ_p принимаются по практическим данным).

8. Суммируя время пробега крана в смену $T_{кр}$, время на загрузку T_z и разгрузку T_p крана в смену, получают общее время работы крана в смену T_{cm} в мин, т. е.

$$T_{cm} = T_{кр} + T_z + T_p = \xi_{кр} \cdot J_{cm} + \xi_z \cdot J_{cm} + \xi_p \cdot J_{cm} = J_{cm} \cdot (\xi_{кр} + \xi_z + \xi_p)$$

9. Разделив полученное общее время работы крана в смену (в мин) на действительный (расчетный) фонд времени его работы в смену Φ_{Δ} (в мин),

получают необходимое расчетное количество кранов K_p , т. е.

$$K'_p = \frac{m_{\text{см}}}{\gamma \cdot t_{\text{п}} \cdot t_{\text{р}}}$$

$$K_p = \frac{D_i}{\Phi m} \left(\frac{l_{\text{ср}}}{v_{\text{ср}}} + t_3 + t_p \right) f_k$$

где / — номинальный фонд времени крана в смену (*мин*) (количество минут в рабочую смену);

κ — коэффициент, учитывающий простой крана из-за ремонта.

Если подсчитанное количество получилось дробным числом или целым числом с дробью, оно округляется до целого, называемого принятым количеством кранов $/C_{\text{пр}}$.

10. Делением расчетного числа кранов K_p на принятое $K_{\text{пр}}$ определяют коэффициент их использования (загрузки) по времени $t_{\text{кр}}$, т. е.

$$t_{\text{кр}} = \frac{K_p}{K_{\text{пр}}} \quad (277)$$

В случае неравномерности загрузки кранов по сменам надо производить расчет на каждую смену отдельно — по количеству деталей, транспортируемых в течение смены; количество кранов принимается по смене с наибольшим количеством транспортируемых деталей.

Величина коэффициента загрузки кранов по времени в зависимости от условий и характера производства бывает различной; для механических и сборочных цехов средний коэффициент загрузки равен примерно 0,75.

Упрощенно количество мостовых кранов в пролете определяют исходя из длины обслуживаемого пролета; так, например, для механических и сборочных цехов принимают один кран на каждые 50—60 м длины пролета для литейных цехов — один кран на каждые 30—50 м, для кузнечных цехов — один кран на каждые 40—50 м.

При значительной загруженности, особенно крупных кранов, целесообразно составлять графики их работы, в которых должна быть отражена увязка их работы во времени и пространстве, т. е. должны быть показаны продолжительность работы кранов на отдельных операциях, длина проходимого ими пути и распределение обслуживаемых мест с указанием, не закрывает ли один кран другому путь для движения.

Пример: Подсчитать потребное количество мостовых 5-тонных кранов в одном пролете механического цеха, в котором краном должны транспортироваться 16 000 деталей в год (О) весом свыше 400 кг каждая (детали меньшего веса перевозятся электротележками). Среднее число переходов одной детали со станка на станок, включая перегрузку в двух складах, принимаем равным 5; таким образом, на каждую деталь будет пять крановых операций (т).

Средняя длина пути за одну операцию 45 м ($/_{\text{ср}}$) при средней скорости движения крана 50 м/мин ($u_{\text{ср}}$) [максимальная скорость 110—120 м/мин].

Время загрузки ($/_3$) и разгрузки (t_p) крана на одну крановую операцию можно принять в среднем по 2 мин.

При номинальном фонде времени крана в одну смену 480 мин ($/$), коэффициенте, учитывающем простой крана из-за ремонта, 0,98 ($t_{\text{рм}}$), количестве рабочих дней в году 260 (Ф) и двухсменной работе (m) расчетное количество кранов по формуле (276) равно

$$\frac{16000 \cdot 5}{260 \cdot 2} \left(\frac{45}{50} + 2 + 2 \right) \frac{1}{480 \cdot 0,98}$$

Принимая два крана, находим коэффициент использования (загрузки) кранов по времени

Расчет потребного количества электротележек (а также и другого тележного транспорта) ведется аналогичным способом, исходя из веса деталей, перевозимых в течение года, времени пробега тележки и времени на ее загрузку и разгрузку.

Принимая две тележки, найдем величину коэффициента загрузки (по времени):

ГЛАВА XVI. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ*

Общие сведения

Для разработки энергетической части проекта завода необходимы исходные данные по отдельным видам энергии: электрической, сжатого воздуха, воды, пара, топлива, газа.

К числу исходных данных относятся: генеральный план завода, планы цехов и помещений с размещением и спецификацией производственного, вспомогательного и санитарно-технического оборудования, с указанием потребной мощности электродвигателей, потребности в энергии каждого вида, режима работы потребителей энергии, среднего и максимального часового и годового расхода.

§ 1. ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ

Проект электроэнергетического хозяйства завода содержит разработку вопросов, касающихся источников электроснабжения, распределения электроэнергии по отдельным потребителям завода, силового и осветительного оборудования цехов, помещений, заводской территории, электропечных установок, преобразовательных установок слабых токов, электроремонтных цехов и т. д.

Электрическая энергия в цехах расходуется на питание электроприемников (в основном электродвигателей, электропечей) и на освещение помещений. Для питания электроприемников в цехах применяется преимущественно переменный трехфазный ток 50 *пер/сек*.

Напряжение заводских сетей установлено общесоюзным стандартом. Выбор напряжения должен быть обоснован техническими и экономическими соображениями. Постоянный ток применяется как исключение.

Задание на проектирование электроэнергетического хозяйства должно содержать по каждому цеху суммарную установленную мощность по каждому виду оборудования, активную мощность электроприемников и годовой расход электроэнергии**. Для этого необходимо все электроприемники каждого цеха разбить на группы по однородности характера работы и для каждой группы подсчитать суммарную установленную мощность $\sum P_{уст}$, исходя из количества единиц оборудования, входящего в данную группу.

Далее, для каждой группы электроприемников определяют активную мощность. Активная мощность $P_{\text{д}}$ (на шинах низкого напряжения) опре-

* Дополнительные сведения по энергетике литейных, кузнечных и термических цехов см. в гл. XII, XIII и XIV.

** В этой главе изложены методы расчета годовой потребности различных видов энергии (электроэнергии, сжатого воздуха, воды, пара), а также топлива. Определение стоимости различных видов энергии и топлива, потребляемых в год, изложено в гл. XXI.

деляется по суммарной установленной мощности и коэффициенту спроса k_c , учитывающему недогрузку (по мощности) и неодновременность работы электроприемников, потери в сети и в электродвигателях по формуле

$$P_a = k_c \wedge P_{уст}.$$
(280)

Величины коэффициента спроса k_c принимаются по опытным данным. Средние величины коэффициентов спроса для отдельных групп потребителей на заводе приведены в табл. 42. При укрупненных расчетах активную мощность можно определить по средней установленной мощности на единицу производственного оборудования (см. табл. 43) и среднему коэффициенту спроса. Величина общезаводского коэффициента спроса в среднем равна 0,30—0,35; при большом количестве дуговых печей и крупных электродвигателей 0,45—0,50.

Для механических цехов средний коэффициент спроса можно принимать равным 0,4—0,5.

Т а б л и ц а 4 2

Средние величины коэффициента спроса по отдельным группам потребителей на заводе

Группы потребителей	Коэффициент спроса k_c
Электродвигатели металлорежущих станков	0,20
Электродвигатели автоматов, револьверных, обдирочных, зубофрезер- ных станков, штамповочных прессов.....	0,25
Электродвигатели кранов и тельферов	0,15
Электродвигатели приводных молотов, горизонтально-ковочных ма- шин, кривошипных прессов, очистных барабанов, бегунов.....	0,45
Нагревательные устройства, печи сопротивления, сушильные шкафы. клеяварки и ванны.....	0,60
Сварочные трансформаторы дуговой сварки	0,45
Сварочные аппараты стыковой и точечной сварки, нагреватели закле- пок.....	0,40
Высокочастотные установки.....	0,30
Стенды	0,10
Вентиляторы, насосы, конвейеры, транспортеры, компрессоры, ум- формеры	0,75
• Вентиляторы санитарной техники	0,70
Освещение.....	0,80

Годовой расход электроэнергии для цеха на шинах низкого на п р я ж е н и я (ИГ) в *квт-ч* определяют по активной мощности и действительному годовому фонду времени работы оборудования с учетом его коэффициента загрузки (по времени):

$$W = 2 P_{\Delta} \text{зн-чз} = k_c \text{ } 2 P_{уст} F_{\Delta}$$
(281)

где $UP_{\#}$ — сумма активных мощностей на шинах низкого напряжения, /сет;
 F_s — действительный годовой фонд времени оборудования для одной смены, ч;
m — количество смен работы оборудования;
 γ_3 — коэффициент загрузки оборудования по времени (этот коэффициент учитывает неполноту годового графика потребления энергии); средняя его величина 0,75—0,80.

Чтобы определить общую активную нагрузку на шинах высокого напряжения, надо к подсчитанной нагрузке приемников низкого напряжения прибавить активные потери в трансформаторах и активные нагрузки приемников высокого напряжения.

Данные для укрупненного расчета активной мощности токоприемников по отраслям машиностроения

Заводы

Средняя установленная мощность на единицу производственного оборудования,

Автомобильные

Грузовые автомобили:	
цех шасси и цех двигателей.....	9—12
цех коробок передач и автоматный цех	6—8
Легковые автомобили:	
цех шасси и цех двигателей.....	8—10
цех коробок передач и автоматный цех	7—9

Тракторные

Колесные тракторы:	
цехи шасси, коробок передач, двигателей . .	7—9
цех автоматный.....	5-7
Гусеничные тракторы:	
цех шасси, коробок передач, двигателей . . .	10—12
цех автоматный.....	7—9

Станкостроительные

Отделения механического цеха:	
а) крупных деталей.....	15—18
б) средних и мелких деталей	8—10
в) нормалей.....	7—9

Среднего машиностроения

Инструментальные цехи заводов машиностроения	3—5
Ремонтно-механические цехи.....	7—9

Годовой расход электроэнергии для цеха на шинах высокого напряжения (N_{Σ}') в *квт-ч* определяют по следующей формуле:

$$= \sum P'_a P_{\text{н}} \text{ мѳ } > \quad (282)$$

где $\sum P'_a$ —сумма активных мощностей всех электроприемников оборудования цеха с учетом потерь в трансформаторах и активной нагрузке приемников высокого напряжения, *квт*.

Годовой расход электроэнергии на освещение определяют по формуле (281) или по нормам расхода на 1 м^2 площади здания; при этом годовое количество часов осветительной нагрузки принимается в зависимости от географической широты и количества смен работы. Ниже приводятся примерные нормы расхода электроэнергии на освещение в час 1 м^2 площади (*вт*):

для механических, механосборочных, инструментально-штамповых цехов, лабораторий, конструкторских и технологических отделов	20—22
для кузнечных, литейных, прессовых, ремонтно-механических, де-ревообрабатывающих цехов	16—18
для транспортных устройств	10—12
для энергетических устройств.....	12—15
для складских зданий	8—10
для бытовых помещений	10
для заводоуправлений	15

Для местностей, расположенных на широте 40—60°, принимают следующие величины годовой осветительной нагрузки (Ψ):

для основных производственных и вспомогательных цехов, транспортных устройств и бытовых помещений	2100
для энергетических устройств	4000—5000
для лабораторий, конструкторских и технологических отделов, складских зданий, заводоуправлений	500

При укрупненных расчетах в качестве среднего расхода осветительной энергии принимают 15 *вт* в час на 1 *м*² площади пола цеха (с включением в последнюю служебных и бытовых помещений).

§ 2. СЖАТЫЙ ВОЗДУХ

Проект пневматического хозяйства завода разрабатывается на основе данных технологических процессов о потребности цехов в сжатом воздухе, режиме работы воздухоприемников и местах их расположения. Проект должен содержать расчет общей потребности в сжатом воздухе для каждого цеха и завода в целом, выбор типов и определение потребного количества компрессоров, указание о месте расположения компрессорной станции, разработку схем, конструкций и сети воздухопроводов (внешних и внутренних) и т. д.

Сжатый воздух применяется для обдувки станков от стружки, деталей после мойки, узлов и изделий при сборке, для пневматических зажимных устройств, пневматических инструментов (сверлильных машин, клепальных и рубильных молотков, шлифовальных переносных машин и пр.), пневматических прессов, паровоздушных молотов, пневматических подъемников, дробеструйных аппаратов, распылителей краски, перемешивания растворов и для специальных устройств.

Давление подаваемого сжатого воздуха 3—7 *атм*. Для понижения давления устанавливают редукционные клапаны.

Общую потребность в сжатом воздухе для каждого цеха и завода в целом определяют исходя из расхода воздуха при непрерывной работе всех воздухоприемников, коэффициента использования их в каждой смене, годового фонда времени работы воздухоприемников.

Коэффициент использования воздухоприемников оборудования k_H равен отношению числа часов фактической работы воздухоприемника T_{ϕ} к числу часов рабочей смены $T_{см}$, т. е.

$$k_H = \frac{T_{\phi}}{T_{см}} \quad (283)$$

Средний часовой расход (теоретический) сжатого воздуха $Q_{ср}$ в *м*³ определится по формуле

$$Q_{ср} = Q_{i.нпр} \cdot k_H \quad (284)$$

где $Q_{i.нпр}$ — расход воздуха в час при непрерывной работе, *м*³.

Вследствие утечки воздуха из-за неплотности соединений, а также необходимости выполнения непредусмотренных работ в расчет вводят коэффициент 1,5. Таким образом, действительный среднечасовой расход сжатого воздуха Q , для всего количества воздухоприемников равен

$$Q_{\Delta} = 1,5 \cdot Q_{ср} = 1,5 \cdot Q_{i.нпр} \cdot K \quad (285)$$

Наибольший часовой расход воздуха $Q_{На\%}$ обычно принимается примерно на 30% больше среднечасового действительного, т. е.

$$Q_{На\%} = 1,30 \cdot Q_{\Delta} \quad (286)$$

По этому расходу подбирается оборудование компрессорной установки.

Годовая потребность в сжатом воздухе Q_r определится по действительному среднечасовому расходу для всего количества оборудования и

годовому фонду времени его работы F_A при соответствующем количестве смен m с учетом коэффициента загрузки оборудования (по времени) f_3 :

$$Q_r = Q_A \cdot f_3 = 1.5 \text{ с} < 2 \text{ негр } K F, \text{ т-цз}^\circ \quad (287)$$

Расход воздуха на отдельные воздухоприемники часто устанавливают по засосанному объему свободного воздуха, что следует иметь в виду и при пересчете объема свободного воздуха на объем сжатого воздуха, и наоборот.

Для укрупненных расчетов можно принимать следующие данные при определении потребности в сжатом воздухе.

Обдувка станков. Количество станков, подлежащих обдувке, принимается 10—15% от общего количества станков цеха; расход сжатого воздуха в среднем 1,5—2,0 мУч на каждый станок, потребляющий воздух. Давление воздуха 3 ати.

Обдувка деталей после мойки в баках и узлов и изделий при сборке. В среднем расход 1,0—1,2 мУч на одно установленное сопло; давление воздуха 3 ати.

Пневматические зажимы. Количество станков, на которых применяются приспособления с пневматическими зажимами, в зависимости от рода производства принимают в 15—30% и более от общего количества станков цеха. На один станок с пневматическим зажимом в приспособлениях расходуется в среднем до 4 мУч; давление сжатого воздуха 4—6 ати.

Пневматические инструменты. Расход сжатого воздуха зависит от типа и размера пневматического инструмента и коэффициента его использования. При непрерывной работе инструмента расход воздуха принимается по паспортным данным инструмента. (Коэффициент использования инструмента 0,2—0,5 и выше. Для укрупненных расчетов средний расход сжатого воздуха давлением 5—6 ати можно принимать 2,5—4,5 мУч на каждый присоединенный инструмент.

Пневматические подъемники. Сжатый воздух для пневматических подъемников применяется давлением 3 и 6 ати в зависимости от их грузоподъемности. Для укрупненных расчетов расход сжатого воздуха в подъемниках грузоподъемностью 170—1700 кг можно принимать 0,07—0,4 ж³ на один подъем.

Распылители краски. Расход воздуха распылителями зависит от типа распылителя и диаметра сопла. При укрупненных подсчетах средний расход сжатого воздуха можно принять 2,0 мУч при давлении воздуха 3—6 ати в зависимости от выбранного типа распылителя.

§ 3. ВОДА

Вода в цехах употребляется на производственные и бытовые нужды; давление воды в водопроводе 2—3 ати.

Вода на производственные нужды. Вода идет на приготовление охлаждающих смесей, промывку деталей, охлаждение и закалку в установках токов высокой частоты, испытание узлов и изделий, для гидрофильтров распылительных камер и т. д.

Приготовление охлаждающих жидкостей. Годовой расход воды для охлаждающих жидкостей при резании металла Q_B в м³ определяют по числу станков цеха по формуле

$$q_B S F_{\text{шад}},$$

где $q_{\text{шад}}$ — часовой расход воды на один станок, л;

S — количество станков;

F_A — действительный годовой фонд времени станков в час;

m — количество рабочих смен;

f_3 — коэффициент загрузки станков (по времени).

В среднем на каждый установленный станок расходуется 0,6 л/ч воды. Максимальный часовой расход рассчитывают исходя из емкости системы охлаждения и времени ее наполнения после очистки и промывки. Время наполнения принимается 1 ч (ориентировочно).

Промывка деталей в баках. Расход воды зависит от емкости бака и габаритов деталей; для баков емкостью 1,5—2,5 м³ средний часовой расход составляет 10—13 л, а максимальный часовой расход — 2000 л.

Промывка деталей в моечных машинах. В моечных машинах расход воды принимается по паспортным данным машин. Ориентировочно можно считать средний часовой расход воды 0,12—0,5 ж³ на 1 т промываемых деталей.

Гидравлические испытания. Расход воды зависит от размеров деталей (емкости полости детали, заполняемой водой), условий и длительности испытания. Например, для испытания блока цилиндров двигателей расходуется 2 л воды на блок, на охлаждение тормоза при испытании двигателей — 10 л на 1 л. с.-ч.

Установки токов высокой частоты. При укрупненных подсчетах можно принимать следующий среднечасовой расход воды в установках токов высокой частоты:

Мощность установки, <i>квт</i>	Средний расход воды, <i>м³/ч</i>
15—30	2—4
60—100	4—6
Свыше 100	6—8

Гидрофильтры в распылительных камерах. Вода применяется для осаждения распыленной в воздухе краски. Расход воды принимается по паспортным данным камер. При укрупненных расчетах можно принимать расход воды в гидрофильтрах 0,01—0,02 м³ на 1 м³ объема распылительной камеры.

Вода на бытовые нужды. Определение годового расхода воды ведется из расчета:

а) для хозяйственно-питьевых нужд: в цехах со значительными тепловыделениями (более 20 ккал/м³-ч) — 35 л, в остальных цехах — 25 л в смену на каждого работающего;

б) для душевых в производствах, связанных с загрязнением тела, — 40 л; в производствах с выделением большого количества загрязняющей пыли или пыли и влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ, — 60 л на процедуру; продолжительность действия душей — 45 мин после каждой смены;

в) для полудушей — 25 л на процедуру;

г) для групповых умывальников: при загрязненных производствах — 5 л, при чистых производствах — 3 л на процедуру.

§ 4. ПАР

Пар расходуется на производственные нужды цеха, а также на отопление и вентиляцию. Давление пара в зависимости от назначения принимается 1,5—4 *ати*.

Пар на производственные нужды. Его расходуют на подогрев охлаждающих смесей, воды в моечных машинах, на обогрев сушильных камер и т. п. Пар применяется давлением 1,5—3,0 *ати*.

На подогрев охлаждающих смесей расход пара давлением 1,5 *ати* (при температуре воды от 10 до 90°) составляет 0,16—0,19 кг/ч на каждый литр расходуемой (в час) воды.

Средний расход пара (давлением 3—4 *ати*) для нагревания сушильных камер и воды в моечных машинах при укрупненных расчетах принимается на 1 т обрабатываемых деталей и транспортирующих устройств;

для сушильных камер периодического действия — 80—100 кг/ч, для конвейерных — 45—75 кг/ч при температуре сушки 100—110°. Расход пара на разогрев, который в проектах предусматривается производить в 3-ю смену, составляет ориентировочно 150—200% к среднечасовому эксплуатационному расходу.

Пар для отопления и вентиляции. Расход пара определяют из расчета возмещения тепловых потерь здания, которые составляют 15—20 ккал/ч на 1 м³ здания. Если здание имеет искусственную вентиляцию, то тепловые потери принимаются суммарно по отоплению и вентиляции в размере 25—35 ккал/ч на 1 м³ здания.

Годовая потребность пара на отопление и вентиляцию в тоннах составляет

$$Q_{\text{п}} = \frac{q_{\text{т}} H V}{i \cdot 100}, \quad (289)$$

где $q_{\text{т}}$ — расход тепла на 1 м³ здания, ккал/ч;

H — количество часов в отопительном периоде;

V — объем здания, м³;

i — теплота испарения, ккал/кг (540 ккал/кг).

Для средней полосы Советского Союза отопительный период принимается равным 180 дням или $180 \times 24 = 4320$ ч.

§ 5. ТОПЛИВО

Топливо для производства. Годовую потребность в производственном топливе (твердом и газообразном) определяют на основании данных расхода топлива на каждую производственную печь или нагревательную установку, указываемых в технической характеристике оборудования.

Топливо для отопления. Теплоносителями при центральном отоплении могут быть вода, пар и воздух.

Годовая потребность топлива ($q_{\text{т}}$, т) определяется по формуле

$$n = \frac{q_{\text{т}} \Pi_{\text{У}} \cdot K}{\eta_{\text{к}} \cdot 10000\%}, \quad (290)$$

где K — теплотворная способность условного топлива (7000 ккал/кг);

$\eta_{\text{к}}$ — коэффициент полезного действия котельной установки (в среднем равен 0,75).

Вид топлива при проектировании завода задается.

ГЛАВА XVII. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХОВ

§ 1. СОСТАВ И РАЗМЕЩЕНИЕ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОМЕЩЕНИЙ

К обслуживающим помещениям цехов относятся административно-конторские и бытовые помещения. Административно-конторские помещения служат для размещения административно-управленческих служб цеха. Бытовые помещения цеха предназначаются для санитарно-гигиенического, медицинского, культурного обслуживания, для служб питания и других.

Административно-конторские и бытовые помещения цеха объединяются в одном здании.

В состав административно-конторских входят помещения технологического, конструкторского, планово-диспетчерского и других бюро, цеховой лаборатории, бухгалтерии, помещение для сменных инженеров, кабинетов начальника цеха и его заместителя, а также для других административно-технических служб цеха, согласно утвержденной структуре.

Площадь конторских помещений определяется из расчета $3,25 \text{ м}^2$ на каждого работающего в наиболее многочисленной смене; площадь для конструкторов и чертежников — 5 м^2 на один чертежный стол. Эти величины не распространяются на кабинеты административно-технического персонала. Указанные помещения должны иметь естественное освещение; высота их от пола до потолка должна быть не менее $3,3 \text{ м}$. Конторки мастеров в цехах не должны устраиваться, так как при современной организации производства мастер должен руководить технологическим процессом непосредственно на рабочих местах в цехе. Вместо конторок в цехе устраиваются для мастеров возвышенные, ничем не ограждаемые места, занимающие по возможности центральное положение относительно руководимого мастером участка или пролета цеха. Размеры этих мест принимаются равными 2×2 или $2,5 \times 2,5 \text{ м}$.

Состав и оборудование бытовых помещений, необходимых для обслуживания санитарно-гигиенических нужд рабочих, установлен санитарными нормами проектирования промышленных предприятий и зависит от характера производственных процессов на предприятии, режимов работы цехов и количества работающих в них.

В состав санитарно-гигиенических служб входят гардеробные, умывальные, душевые, санитарные узлы, ручные и ножные ванны, фотарии, помещения для обезвреживания, сушки и обеспыливания одежды, личной гигиены женщин, обогрева рабочих, прачечные, курительные и др.

Медицинская служба должна иметь помещения для медицинских пунктов, здравпунктов, профилакторий, поликлиники (поликлиники размещаются вне территорий завода); для службы общественного питания — комнаты приема пищи, буфеты, столовые. Для культурного обслуживания должны быть комнаты отдыха, красные уголки, библиотеки и пр.

Для бытового коммунального обслуживания отводятся помещения для ремонта обуви и одежды, химической чистки, прачечных, парикмахерских и др.

Бытовые помещения, как сказано выше, располагают вместе с административно-контorskими в одном специальном здании. Это здание пристраивают непосредственно к торцовой или продольной стороне здания цеха (рис. 127, а, б) или строят его отдельно — параллельно продольной стороне

5) В) / з) т]
И

Рис. 127. Схема расположения административно-бытовых зданий:

о — с торцовой стороны производственного корпуса; б — с продольной стороны производственного корпуса; в — в отдельно стоящем здании, соединенном переходами — наружными или подземными — с производственным корпусом; г — поперечное примыкание к продольной стороне производственного корпуса торцовыми сторонами; / — производственный корпус; 2 — здание административно-бытовых помещений

здания цеха (рис. 127, в).

С производственным зданием его соединяют специальными теплыми переходами, подземными (туннелями) или наружными — верхними. Это отдельное здание следует располагать против цеха, по возможности посередине.

Здание административно-бытовых помещений может примыкать к тор-

цу здания цеха или к его продольной стене (см. рис. 127, а, б). Первый вариант расположения более удобен, так как при этом движение людей не мешает технологическому потоку; кроме того, при таком расположении бытовых помещений цех не затемняется с боковой стороны и его можно расширить путем пристройки пролетов. Однако в случае необходимости ввода железнодорожной ветки в цеховой склад материалов, располагающийся в торце цеха, или при проходе железнодорожной ветки снаружи вдоль этого склада, а также при наличии сквозных железнодорожных путей вдоль пролетов цеха здание бытовых помещений приходится располагать вдоль продольной стены цеха.

Здания административно-бытовых помещений могут примыкать также к продольной стороне цеха своими торцовыми сторонами (поперечное расположение) (рис. 127, з).

Возможно расположение административно-бытовых помещений и внутри производственных зданий (так называемое, встроенное), например на антресолях, в межколонном пространстве вдоль рядов колонн, в «мертвых» зонах мостовых кранов и т. д.

Они могут располагаться также на специальных опорах — металлических или железобетонных — на высоте 2,5 м и выше; под ними устраиваются проезды и проходы. Высота встроенных помещений должна быть не ниже 2,5 м от пола до потолка и 2,2 м от пола до низа выступающих элементов конструкций помещения.

При расположении цеха в многоэтажном здании административно-контorskие и бытовые помещения размещаются в части здания, имеющей общую конструкцию со всем зданием, но отделенной от производственных помещений капитальной стеной.

Расположение здания административно-бытовых помещений цеха необходимо увязать с общим направлением людских потоков на заводской территории; вместе с тем оно должно обеспечивать кратчайший путь движения рабочих от проходной конторы к рабочим местам в цехе; людские потоки из бытовых помещений не должны стеснять движения грузов. При проектировании бытовых помещений следует предусмотреть возможность расширения цеха (в случае необходимости).

Протяженность здания административно-бытовых помещений, располагаемого с торцовой стороны цеха, обычно принимается равной ширине цеха; однако с точки зрения архитектурного оформления желательно уменьшение длины здания бытовых помещений по отношению к ширине

цеха. Ширина отдельно стоящих многоэтажных зданий административно-бытовых помещений принимается, как правило, равной 18 м. Ширину (глубину) пристроек для административно-бытовых помещений при одностороннем освещении следует принимать 12 м (в некоторых случаях при достаточном обосновании допускается 9 м). Шаг колонн (опор) принимается 6 м; высота этажей отдельно стоящих зданий и пристроек 3,3 м.

Такая ширина административно-бытового здания возможна потому, что освещение бытовых помещений допускается вторым светом при естественном или искусственном освещении; не допускается освещение вторым светом помещений контор, конторских и технологических бюро, медицинских пунктов (здравпунктов), пунктов питания, в которых должно быть непосредственное естественное освещение.

Для крупных цехов при большом количестве рабочих здание бытовых помещений устраивают в два, три или четыре этажа. В этом случае первый этаж занимается уборными, умывальными, душевыми, гардеробными (частично), медицинским пунктом. Оставшаяся от этих помещений площадь первого этажа может использоваться для размещения некоторых вспомогательных отделений цеха, как, например, заточного отделения, пемонтной базы, электроремонтной мастерской, мастерской ремонта инструмента и приспособлений, измерительных пунктов, инструментально-раздаточных складов,

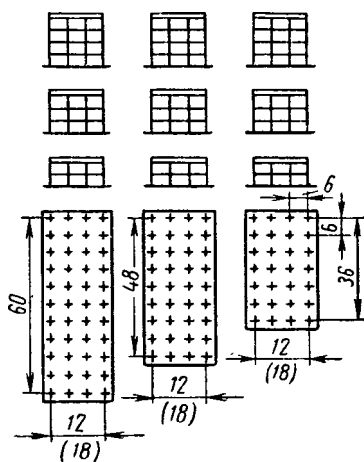


Рис. 128. Схемы унифицированных типовых секций административно-бытовых зданий

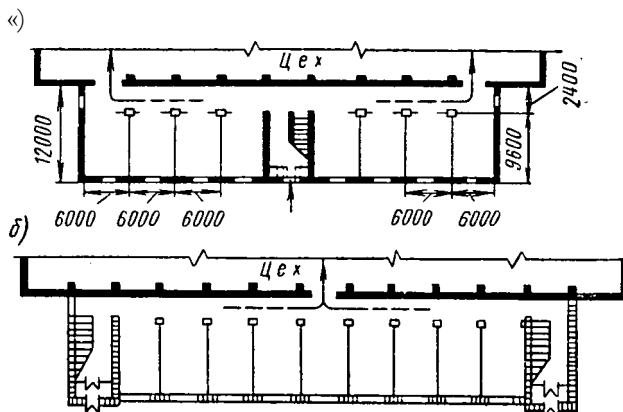


Рис. 129. Варианты примерных схем общей планировки административно-бытовых помещений

кладовых для хранения абразивов, приспособлений, измерительного инструмента, помещений для шорников и смазчиков и для размещения других вспомогательных помещений.

Второй и третий этажи используются также для гардеробных, уборных и административно-конторских помещений, комнат для принятия пищи и других бытовых помещений; четвертый — преимущественно для различных производственных и конструкторских бюро и отделов.

Типовые проекты административно-бытовых зданий предусматривают унифицированные типовые секции длиной 36; 48 и 60 м; шириной 12 или 18 ж, с шагом колонн б х б и высотой этажей 3,3 м от пола до пола (рис. 128). Из этих секций komponуются двух-, трех- и четырехэтажные здания для административно-бытовых помещений, причем эти здания могут быть пристроенными к производственному зданию цеха или отдельно стоящими.

Варианты примерных схем общей планировки административно-бытовых помещений даны на рис. 129 (а — с одним центральным входом и двумя выходами в цех; б — с двумя входами и одним центральным выходом в цех).

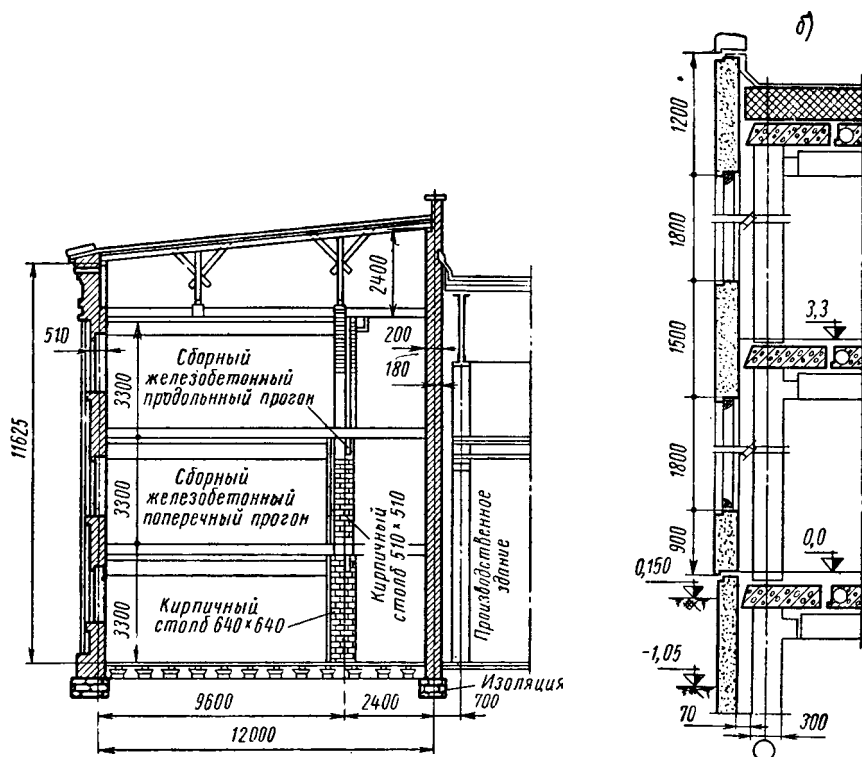


Рис. 130. Поперечные разрезы конструкций здания административно-бытовых помещений:

а — полный разрез обычной конструкции; б — разрез по наружной стене унифицированной конструкции

На рис. 130 даны поперечные разрезы конструкций здания административно-бытовых помещений: а — полный разрез обычной конструкции; б — разрез по наружной стене унифицированной конструкции.

§ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Перечисленные выше бытовые помещения устраиваются для всех цехов машиностроительных заводов.

Гардеробные предназначены для хранения одежды: а) уличной, б) домашней, в) рабочей (спецодежды). Способы хранения одежды могут быть: а) закрытый (одежда всех видов хранится в закрытых шкафах); б) открытый (уличная одежда хранится на вешалках, рабочая — в открытых шкафах — одианарных); в) смешанный (уличная одежда хранится на вешалках, а домашняя и рабочая — в закрытых шкафах).

Количество мест для хранения одежды в гардеробных принимается:

а) при закрытом способе для хранения всех видов одежды — равным количеству работающих во всех сменах;

б) при открытом способе: для хранения рабочей одежды — равным количеству работающих во всех сменах; для хранения уличной и домашней одежды — равным количеству работающих в двух смежных, наиболее многочисленных сменах (если перерыв в работе этих смен равен или менее 30 мин);

в) при смешанном способе: для хранения домашней и рабочей одежды — равным количеству работающих во всех сменах; для хранения уличной одежды — равным количеству работающих в двух смежных, наиболее многочисленных сменах (если перерыв в работе этих смен равен или менее 30 мин).

Для механических, сборочных, инструментальных, ремонтно-механических, модельных, деревообрабатывающих цехов (группа I б)* требуется на одного работающего каждой смены при закрытом способе хранения для уличной и рабочей одежды один закрытый двойной шкаф; при открытом способе хранения — для уличной одежды один крючок на вешалке и для рабочей одежды — один открытый шкаф; при смешанном способе хранения — один крючок на вешалке и один закрытый одинарный шкаф.

Для рабочих по наладке станков (группа I в) и для рабочих литейных, кузнечных, термических и других цехов горячей обработки (группа II б) при закрытом способе хранения: для уличной и домашней одежды — один закрытый двойной шкаф, для рабочей одежды — один закрытый одинарный шкаф; при открытом способе хранения: для уличной одежды — один крючок на вешалке и для домашней и рабочей одежды — по одному открытому шкафу; при смешанном способе хранения: для уличной одежды — один крючок на вешалке и для домашней и рабочей одежды — по одному закрытому шкафу одинарному.

При проектировании гардеробных принимаются:

длина вешалки — из расчета пять крючков на 1,0 *пог. м* вешалки; высота от низа крючка до пола не менее 1,55 *м* \

размеры (в осях) шкафов: одинарный — для хранения домашней или рабочей одежды — глубина 500 *мм*, ширина 250 *мм*, высота 1,65 *м* \ одинарных для легкой рабочей одежды (халатов, комбинезонов и др.) — соответственно 250 *мм* X 200 *мм* X 1,65 *м* \ одинарных семьярусных для фартуков, рукавиц и другой мелкой рабочей одежды — 250 *мм* X 330 *мм* X 235 *мм* (каждого яруса); двойных (с двумя отделениями) — для хранения двух различных видов одежды — глубина 500 *мм*, общая ширина 330 *мм*, высота 1,65 *м*;

ширина проходов между параллельно расположенными вешалками или между лицевой поверхностью шкафов — при обслуживании не менее 0,6 *м* \ при самообслуживании и длине проходов до 9 *м* — не менее 1 *м*, при длине проходов более 9 *м* — не менее 1,5 *ж*; ширина прохода между барьером у вешалок и стеной помещения не менее 2 *л* - при одностороннем расположении вешалок и не менее 3 *м* между барьером — при двустороннем расположении.

Шафы размещаются в гардеробной двумя рядами, перпендикулярно продольной оси помещения и одновременно перпендикулярно стене с оконными проемами с тем, чтобы создать необходимую освещенность естественным светом.

Примеры типовых схем планировок гардеробных шкафов показаны на рис. 131 (без скамей а и со скамьями б у каждого шкафа).

На рис. 131, в и г показано расположение двойных шкафов; каждый шкаф имеет два смежных отделения: один для домашней (чистой), другой — для рабочей (грязной) одежды; доступ в каждое из этих отделений может

* Группа производственных процессов по санитарной характеристике (СН245—63).

быть только с противоположной стороны. Благодаря такой планировке достигаются хорошие санитарно-гигиенические условия.

Умывальные для мужчин и женщин должны размещаться в отдельных помещениях, смежных с гардеробными, или в помещениях гардеробных. В них устанавливают индивидуальные или групповые умывальники с подводом холодной и горячей воды (33—35°). Некоторая часть умывальников размещается иногда в цехах, поблизости от рабочих мест.

0-) 0)

г $N_{20,3-0,6}$
з

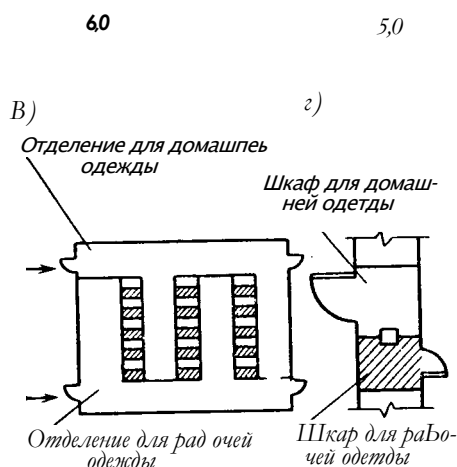


Рис. 131. Схемы планировок гардеробных шкафов:

а — без скамей; б — со скамьями у каждого шкафа;
в — расположение двойных шкафов для домашней (чистой) одежды и для рабочей (грязной) одежды;
г — схема двойного шкафа

дой) не менее 0,9 ж. При душевых кабинках должно быть предусмотрено помещение для переодевания с установленными в нем скамьями (с крючками на спинках) шириной 0,3 ж и длиной 0,4 ж. Количество мест для переодевания принимается из расчета 3 места на одну душевую сетку. Расстояние между рядами скамей должно быть не менее 1 ж.

Душевое помещение должно иметь вытяжную и приточную вентиляцию.

Расчетное время действия душевой после каждой смены принимается 45 мин.

В умывальных рекомендуется устанавливать электрические «воздушные полотенца». Число кранов в умывальных определяется по количеству человек, приходящему на один кран, считая по наиболее многочисленной смене, в зависимости от группы производственного процесса; для групп I б принимается 20 человек и для групп I в и II б — 15 человек на один кран.

Расстояние между кранами должно быть не менее 0,6 ж; ширина прохода между двумя рядами умывальников не менее 1,6 ж; ширина прохода между умывальниками и противоположной стеной не менее 1,1 ж. Индивидуальные умывальники имеют размеры: длина 0,6 ж, ширина 0,4 ж; групповые на 5 мест — круглые диаметром 0,9 ж. Пример планировки умывальной показан на рис. 132.

Душевые располагаются в изолированных помещениях, смежных с гардеробными. Число душевых сеток принимают исходя из количества человек, приходящего на одну сетку, считая по наиболее многочисленной смене, в зависимости от группы производственного процесса: для групп 16 — 20 человек, для групп I в — 7 человек, для групп II б — 5 человек на одну душевую сетку.

Кабины для душей устраиваются размером 0,9 X 0,9 ж, ширина прохода между двумя рядами кабин не менее 1,5 ж, между кабинками и стеной (или перегородкой)

Пример планировки душевой приведен на рис. 133.

Фотарии — помещения для облучения рабочих ультрафиолетовыми лучами — устраиваются для работающих в бесфонарных и безоконных промышленных зданиях, на предприятиях, находящихся за полярным кругом, а также для рабочих на подземных работах. Облучение производится с целью компенсации ультрафиолетовой недостаточности; оно делается после мытья рабочих в душевых; продолжительность облучения (2—5 мин) устанавливается и контролируется медицинским персоналом.

Помимо обычного способа облучения, применяются автоматизированные установки, которые автоматически регулируют продолжительность и интенсивность облучения.

Фотарины устраивают индивидуальные, т. е. в индивидуальных кабинках, и групповые, в которых облучаются одновременно 25 человек. Отдельные кабинки для индивидуальных фотариев, которые считаются наиболее целесообразными, устраиваются размером 1,0х1,0 м. Для групповых фотариев отводится помещение 5х5 м, а при коридорных установках, когда рабочие проходят мимо облучателей потоком, отводится помещение 2,0х12 м.

Уборные должны располагаться от наиболее удаленных рабочих мест на расстоянии, не превышающем 100 ж. В многоэтажных зданиях уборные для мужчин и женщин должны устраиваться на каждом этаже. Уборные вне зданий должны располагаться не далее 200 м от рабочих мест.

Число унитазов уборной рассчитывается по нормам в зависимости от количества работающих в наиболее многочисленной смене. Например:

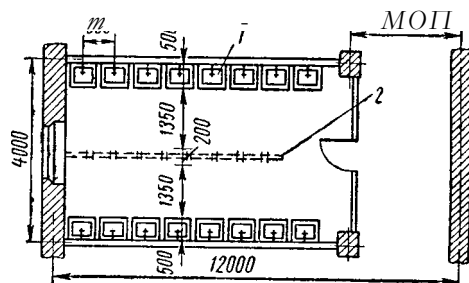


Рис. 132. Примерная планировка умывальной:

1 — умывальники; 2 — вешалка для одежды

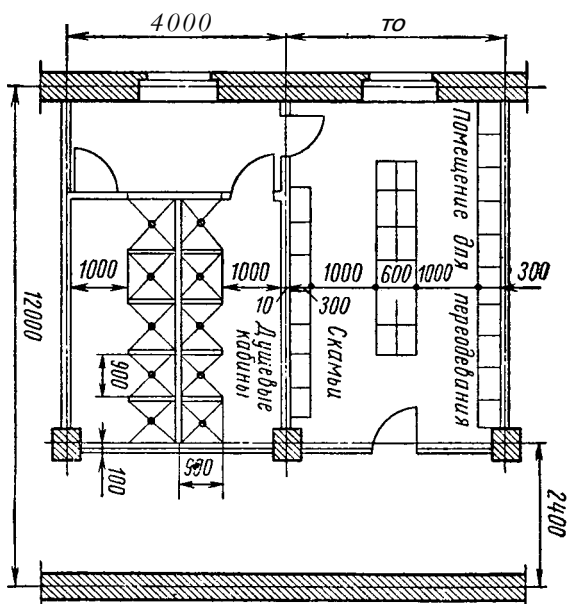


Рис. 133. Примерная планировка душевой

при количестве работающих
в одну смену

количество унитазов:

мужских уборных в женских уборных

до 40
» 55
» 100
» 200
» 300
» 400
» 500

2
3
5
7
9
11
13

2
3
6
10
14
18
22

Унитазы должны размещаться в отдельных кабинках с дверями, открывающимися наружу; размеры кабин $1,2 \times 0,9$ ж; высота перегородок кабин не менее $1,75$ ж. Ширина прохода между рядами кабин должна быть не менее $1,5$ ж, а между рядом кабин и противоположной стеной или перегородкой — не менее $1,3$ ж.

Мужские уборные должны быть оборудованы писсуарами из расчета на каждый унитаз один индивидуальный писсуар. При расположении писсуаров против кабин ширина прохода между кабинками и писсуарами должна быть не менее 2 ж.

В шлюзах при уборных должны стоять умывальники из расчета один умывальник на четыре унитаза, но не менее одного на уборную.

Пример планировки кабин уборной (при расположении писсуаров против кабин) приведен на рис. 134.

Помещения для личной гигиены женщин следует предусматривать в каждом здании, если количество женщин, работающих в наиболее многочисленной смене, превышает 50 человек.

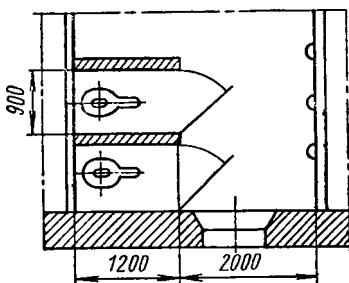


Рис. 134. Примерная планировка уборных при одностороннем расположении кабин и размещении писсуаров против кабин

Эти помещения изолируются от других помещений, имеют вход через тамбур и размещаются рядом со здравпунктом. В составе этих помещений должны быть: приемная площадью не менее 10 ж², с уборной и умывальником; процедурная с индивидуальными кабинками площадью каждая не менее $1,5$ ж², оборудованными гигиеническими фонтанирующими душами (два душа при количестве женщин в одной смене до 300 человек, плюс по одному душу на каждые 200 человек сверх 300), и комнаты отдыха с диванами.

Гигиенические души должны иметь педальное управление и смесители для регулирования температуры воды.

Помещения для сушки и обеспыливания одежды предусматриваются в зависимости от условий производства, когда оно связано с применением воды или выделением большого количества пыли. Эти помещения размером не менее 12 ж² располагаются смежно с помещениями для хранения рабочей одежды. Для производства механосборочных, инструментальных, точного приборостроения, модельных, деревообрабатывающих, кузнечных, литейных, термических, прокатных цехов, а также для производства радиотехнических приборов, полупроводников, электровакуумных приборов и других эти помещения не предусматриваются.

Комнаты для курения устраиваются в том случае, когда по условиям производства курение в производственных помещениях не разрешается. Они размещаются смежно с уборными. Расстояние от курительной до наиболее удаленного рабочего места не должно превышать 100 ж.

Площадь курительной устанавливается общим размером не менее 8 ж².

Механизированные прачечные служат для стирки такой рабочей одежды, загрязненность которой не допускает стирку ее в коммунальных прачечных. Площади для стирки и сушки белья определяются по нормативам для прачечных.

Пункты питания для заводов могут быть следующих типов:

- а) открытые столовые (без входа на территорию завода);
- б) закрытые столовые, размещенные на территории завода как в отдельно стоящих зданиях, так и в составе производственных и вспомогательных зданий;
- в) закрытые буфеты в составе производственных и вспомогательных зданий предприятия.

Расстояние от цеха до пункта питания должно приниматься при обеденном перерыве в 30 мин не более 300 м, а при обеденном перерыве в 1 ч — не более 600 м.

Состав и площади помещений пунктов питания определяются по нормам проектирования предприятий общественного питания.

Пункты питания, удаленные от общей умывальной на расстояние более 50 м, должны иметь умывальники для посетителей из расчета один кран на 50 посадочных мест.

Пункты медицинской помощи — здравпункты. На каждом промышленном предприятии со списочным количеством работающих от 300 до 800 человек должен быть один общезаводской фельдшерский здравпункт, при 800—2000 работающих — один общезаводской врачебный здравпункт.

Для крупных предприятий состав и объем строительства медицинских учреждений определяются особыми постановлениями. При цехах, особо опасных в отношении травматизма и профессиональных заболеваний, можно устраивать дополнительные фельдшерские здравпункты.

Состав помещений и размеры площадей здравпунктов машиностроительных заводов принимаются по установленным нормам. Общая площадь цехового фельдшерского здравпункта, состоящего из нескольких комнат, — 48 м² и дополнительно к ней площадь для уборной с умывальником (на 1 унитаз); общая площадь заводского здравпункта 102 м² и дополнительно площадь для уборной с умывальником (на 1 унитаз) и душевой (на 1 рожек).

Здравпункты располагаются в первых этажах вспомогательных или производственных зданий (или в отдельных зданиях).

В производственных помещениях должны быть устроены питьевые установки в виде фонтанчиков с температурой воды не выше 20° и не ниже 8° или установки с газированной водой. Расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или до установок раздачи газированной воды должно быть не более 75 м.

§ 3. ПЛАНИРОВКА БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

На основе приведенных нормативных размеров оборудования и проходов производятся внутренняя планировка отдельных бытовых помещений и их общая компоновка. Планировка разрабатывается с применением строительной сетки колонн 6Х6 ж при ширине здания 12 или 18 м. При планировке должно быть достигнуто наиболее рациональное взаимное расположение отдельных помещений и наилучшее использование площадей: не должно быть встречных потоков как внутри бытовых помещений, так и в ведущих к ним проходах; движение транспорта в цехе не должно быть стеснено людскими потоками при переходе из цеха в бытовые помещения. Устройство выходов, дверей и лестничных клеток регламентируется противопожарными нормами строительного проектирования.

На основании детально разработанной планировки отдельных бытовых помещений и их общей компоновки определяют площадь этих помещений, а также общую площадь всех бытовых и административно-канторских помещений.

Площадь, приходящаяся на одного списочного рабочего (удельная площадь), является технико-экономическим показателем, характеризующим ее использование. Пользуясь этим показателем при разработке вариантов планировки, можно оценить экономичность того или другого варианта.

При укрупненных расчетах, когда планировка не разрабатывается, общую площадь бытовых помещений определяют на основе этого показателя. Им пользуются также для предварительного расчета площади бытовых помещений, когда разрабатывается схема общей компоновки цеха и определяется расположение всех его отделений (в том числе и бытовых помещений, которые должны быть увязаны с расположением остальных помещений цеха).

Примерная суммарная полезная площадь на 1 человека, считая полное количество людей в двух сменах (при перерыве между сменами, равном или меньше 30 мин), для бытовых и административно-канторских помещений при закрытом способе хранения одежды составляет: для цехов холодной обработки металлов (механических, сборочных, инструментальных, ремонтно-механических и др.), а также для модельных и деревообрабатывающих цехов — 2,7—3,0 ж²; для цехов горячей обработки металлов (термических, кузнечных, литейных, мартеновских, прокатных и т. п.) — 3,0—3,5 м²; при смешанном способе хранения одежды — в среднем соответственно 2,5—2,7 ж².

Приведенные величины не включают площади, занимаемые стенами, лестничными клетками и тамбурами.

ГЛАВА XVIII. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. ТИПЫ, КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ЗДАНИЙ ДЛЯ ЦЕХОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Типы, конструкции и размеры зданий для цехов выбираются в зависимости от следующих факторов:

- а) назначения здания;
- б) характера и размеров объектов производства, объема производственной программы, характера технологического процесса и применяемого оборудования;
- в) типов, размеров и грузоподъемности кранов и транспортных устройств;
- г) требований, предъявляемых в отношении освещения, отопления и вентиляции;
- д) условий удаления и отвода атмосферных осадков;
- е) учета возможности дальнейшего расширения здания;
- ж) рода применяемого строительного материала.

Производственные здания могут быть **одноэтажными и многоэтажными**.

Здания для машиностроительных цехов строят преимущественно одноэтажные, так как при этом производстве применяется сравнительно тяжелое оборудование и сама продукция отличается тяжеловесностью и значительными габаритами. Однако в тех случаях, когда это возможно по характеру изготавливаемых изделий и применяемому оборудованию и обосновано в технико-экономическом отношении, целесообразно использовать многоэтажные здания.

А. Одноэтажные здания

Производственные одноэтажные здания в большинстве случаев состоят из нескольких параллельных однотипных пролетов, образуемых рядами колонн—металлических или железобетонных. Такие многопролетные здания, имеющие внутренние водостоки, дают возможность перекрывать большие производственные площади.

Форма одноэтажных производственных зданий должна быть наиболее простой, в виде прямоугольника (или квадрата), так как затраты на строительство здания сложной конфигурации увеличиваются. Однако исходя из условий производственного процесса, вентиляции, освещения, необходимости избежать внутренних водостоков, а также из других соображений, приходится применять для некоторых цехов (кузнечных, прессовых и др.) здания усложненной формы — в виде букв П и Ш или других форм.

Общие размеры и площади цехов определяют на основе планировки оборудования и всех помещений цеха. Размеры зданий, состоящих из нескольких пролетов, определяют по размерам и числу пролетов.

Каждый пролет цеха характеризуется основными размерами — шириной пролета B и шагом колонн / или, иначе, сеткой колонн ξX

Ширина отдельных пролетов здания определяется на основании планировки оборудования в зависимости от размеров обрабатываемых деталей, применяемого оборудования и средств транспорта. Шириной пролета здания B называется расстояние между осями подкрановых стоек или колонн (рис. 135). Ширина пролетов здания обычно принимается кратной 3.

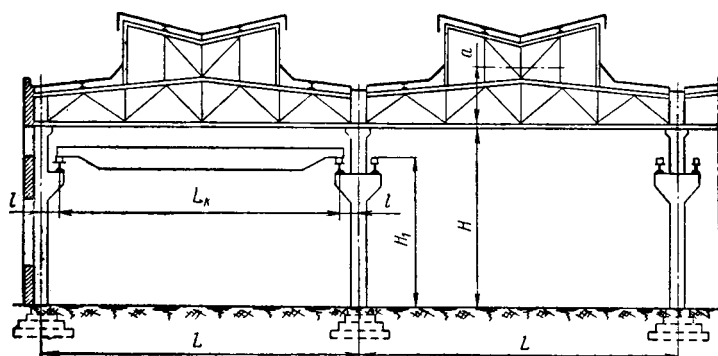


Рис. 135. Схема пролетов

Шагом колонн называется расстояние между осями двух колонн в направлении продольной оси пролета.

Согласно стандарту ширина пролета здания находится в установленной размерной зависимости от пролета мостового крана.

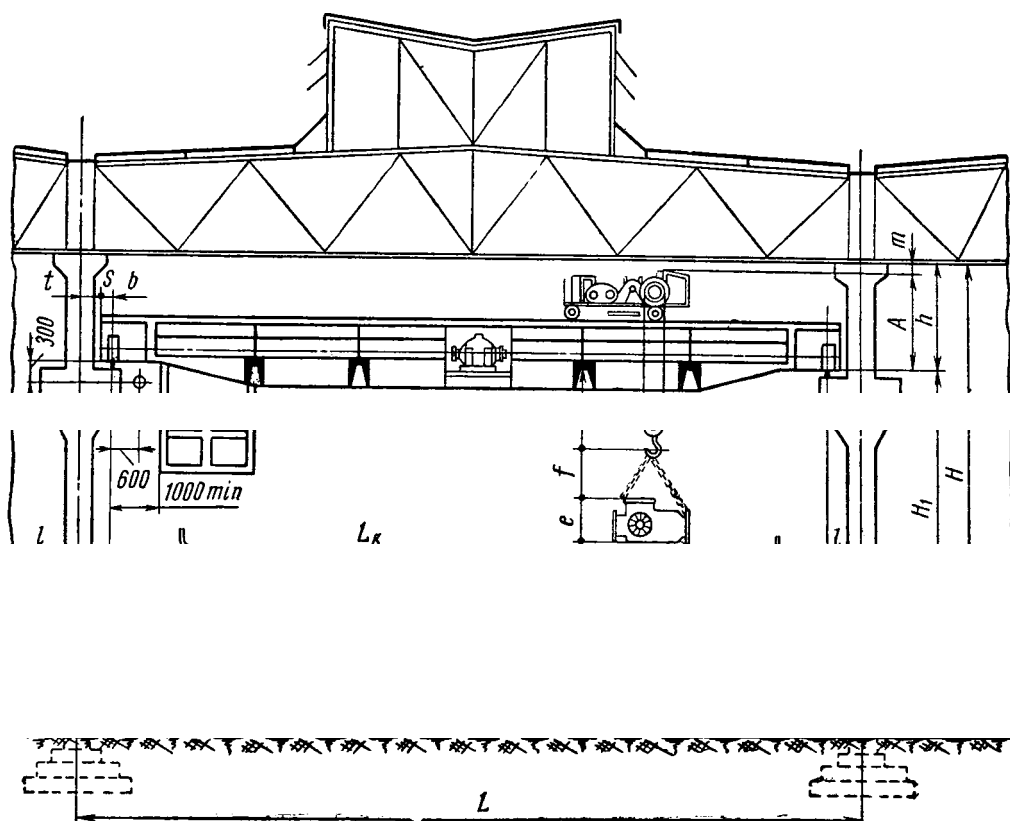


Рис. 136. Схема для определения ширины и высоты пролета цеха

Пролетом мостового крана ζ_8 (м) называется расстояние между вертикальными осями крановых рельсов (см. рис. 135).

Ширина пролета здания I^* (рис. 136) равна

$$\zeta = \zeta_8 + 2l, \tag{291}$$

где l — расстояние от оси колонн до вертикальной оси кранового рельса, м.

Размеры пролетов кранов в соответствии с шириной пролетов зданий приведены в табл. 44. При установке нескольких кранов разной грузоподъемности на одном пути пролет крана берется по крану наибольшей грузоподъемности. При двухъярусном расположении кранов указанные в табл. 44 размеры пролетов следует относить к кранам верхнего яруса.

Размер I установлен (по стандарту) различным в зависимости от грузоподъемности кранов; он складывается из следующих величин (рис. 136):

1) размера l от оси колонны до края ее в том месте, где располагается подкрановый рельс;

2) размера 5 — промежутка между колонной (или стеной) и крайней выступающей частью крана; принимается для кранов грузоподъемностью 5—10 т среднего и тяжелого режимов работы не менее 60 мм и для кранов грузоподъемностью 75—250 т не менее 75 мм;

Т а б л и ц а 44

Размеры пролетов кранов и зданий			
Ширина пролета здания B , м	Ширина пролета крана ζ , к (н) при грузоподъемности кранов		
	до 15 т	20—75 т	свыше 75 т
9	8		
12	11	10,5	—
15	14	13,5	13
18	17	16,5	16
21	20	19,5	19
24	23	22,5	22
27	26	25,5	25
30	29	28,5	28
33	32	31,5	31

3) размера B между крайней габаритной линией крана и осью подкранового пути; величина этого размера устанавливается в зависимости от грузоподъемности крана, она колеблется от 230 (для 5 т кранов) до 500 мм (для 250 т кранов).

Согласно принятым обозначениям

$$B = B_k + 2l = 2 (* + я + B). \tag{292}$$

Таким образом, для кранов грузоподъемностью до 15 т (согласно табл. 44)

$$2 ((+ в B) = 1000 \text{ мм};$$

для кранов грузоподъемностью 20—75 т

$$2 (г - } - б + B) = 1500 \text{ мм};$$

для кранов грузоподъемностью свыше 75 т

$$2 (^ 4 - я + B) = 2000 \text{ мм}.$$

Так как значения B и B принимаются по ГОСТу, то из указанных равенств определяется и величина a значит, и размер $2^{\wedge}$ колонны в направлении ширины пролета.

При выборе ширины пролета здания и установлении необходимых размеров между осями подкрановых путей надо иметь в виду, что при крайнем

положении тележки крюк крана не доходит до оси подкранового рельса на некоторое расстояние l_1 и l_2 (см. рис. 136). Величина расстояния от крайнего положения крана до оси подкранового рельса зависит от размеров крана, причем оно не одинаково для главного крюка и вспомогательного; кроме того, это расстояние зависит от того, на какой стороне крана находится крюк.

Наибольший недоход главного крюка l_4 кранов грузоподъемностью 5 т составляет 1100 мм, 15 т — 1300 мм, 30 т — 1600 мм, 75—125 т — 1900 мм и 150—250 т — 2500 мм, наибольший недоход вспомогательного крюка — в пределах от 2250 мм (для крана 15 т) до 3800 мм (для кранов 150—250 т). Наибольший недоход главного крюка l_2 (с другой стороны) кранов грузоподъемностью 5 т составляет 800 мм, 15 т — 1950 мм, 75—125 т — 2700 мм, 150—250 т — 3200 мм, наибольший недоход вспомогательного крюка — от 1000 до 1900 мм (для кранов от 15 до 250 т).

Указанные расстояния необходимо учитывать при выборе размера пролета здания и расстановке станков около колонн, если эти станки должны обслуживаться краном; при близком расположении станка к колоннам (а тем более в межколонном промежутке) цепной крюк не будет подходить к середине стола станка и, следовательно, пользование краном окажется невозможным. Следует указать, что правилами техники безопасности не допускается поднимать груз краном с оттяжкой крюка в сторону.

Размеры пролетов для отдельных цехов в зависимости от рода машиностроения и характера выполняемых работ принимаются: для механических и сборочных цехов 18, 24, 30 и 36 м, для литейных — 18, 24 и 30 м, для кузнечных — 18, 24, 30 и 36 м, для термических — 18 и 24 м.

Размеры типовых пролетов названных цехов, применяемые для разных видов машиностроительного производства, указаны далее.

Длина пролета цеха определяется суммой размеров производственных и вспомогательных отделений, последовательно расположенных вдоль пролета, проходов и других участков цеха. Основным размером, определяющим длину пролета, является длина технологической линии станков, расположенных вдоль пролета.

Длина пролета цеха, определяемая графически на основе планировки оборудования и всех отделений и участков, расположенных вдоль пролета, складывается при типовой схеме компоновки (см. ниже рис. 146) из следующих размеров:

1) ширины цехового склада материалов и заготовок (при единичном и серийном производстве) или складских площадок для заготовок в начале станочных линий (при поточном производстве); цеховые склады, как уже указывалось, обычно располагаются поперек пролетов цеха и только иногда, при направлении производственных потоков перпендикулярно продольным осям пролета, располагаются вдоль пролетов;

2) ширины поперечного прохода между этим складом и станочным отделением (не менее 4 м);

3) длины станочного отделения с поперечными проходами для транспортирования изделий и движения людей (не менее 4 м), если такие проходы предусмотрены планировкой;

4) ширины поперечного прохода перед контрольным отделением (не менее 4 м);

5) ширины контрольного отделения, если оно расположено поперек пролетов здания;

6) ширины промежуточного склада (при обычном расположении его поперек пролетов здания).

Общая длина цеха должна быть кратной величине шага колонн, который для всех цехов и размеров пролетов в настоящее время принимается равным 12 или 6 м (подробнее см. далее).

Если длина цеха по планировке не получилась кратной величине шага колонн, необходимо внести поправку в планировку за счет увеличения или уменьшения размеров участков, расположенных вдоль оси пролета.

С точки зрения использования площади цеха крупная сетка колонн $БХ$ (ширина пролета X шаг колонн) дает лучшие показатели: экономия в стоимости производственной площади станочных отделений при шаге колонн 12 м по сравнению с шагом 6 м достигает 10%. При крупной сетке создаются большие возможности в планировке оборудования, так как колонн меньше, достигается большая универсальность здания, обеспечивающая в случае надобности возможность без строительной реконструкции его выполнить новую планировку и установку другого оборудования, что часто вызывается необходимостью реорганизации технологического процесса для производства новых машин.

Высоту пролета цеха определяют исходя из размеров изготавливаемых изделий, габаритных размеров оборудования (по высоте), размеров и конструкции мостовых кранов, а также санитарно-гигиенических требований.

Общая высота здания H (см. рис. 136) от пола до нижней выступающей части верхнего перекрытия или до нижней точки стропильной затяжки складывается из расстояния H_1 от пола до головки подкранового рельса и расстояния κ от головки рельса до нижней выступающей части верхнего перекрытия или до нижней точки стропильной затяжки, которое зависит только от конструкции крана и его габаритного размера по высоте, т. е.

$$H = H_1 + \Lambda. \quad (293)$$

Величина H_1 складывается из следующих величин:

$$H_1 = \kappa - z - \{e - \{ / + c, \quad (294)$$

где κ — высота наиболее высокого станка; если станки невысокие, то этот размер принимается не менее 2,3 м, т. е. несколько выше роста человека;

z — промежуток между транспортируемым изделием, поднятым в крайнее верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка (оборудования); этот промежуток принимается равным 0,5—1,0 м;

e — высота наибольшего по размеру изделия в положении транспортирования, м;

$/$ — расстояние от верхней кромки наибольшего транспортируемого изделия до центра крюка крана в верхнем его положении, необходимое для захвата изделия цепью или канатом и зависящее от размеров изделия; принимается не менее 1 м;

c — расстояние от предельного верхнего положения крюка до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса; принимается по стандартам электрических мостовых кранов; величина этого расстояния колеблется в пределах от 0,5 до 1,6 м в зависимости от конструкции и грузоподъемности крана.

Если высоких станков в пролете немного, высота пролета может быть принята без учета возможности транспортирования деталей над наиболее высокими станками; при этом должна быть обеспечена только возможность прохода крана над этими станками. Полученная таким образом высота пролета от пола до головки рельса будет минимальной. Самая малая высота для цеха, оснащенного электрическим мостовым краном, — 6,15 м. В зависимости от рода производства и размеров оборудования она часто бывает значительно выше и в цехах тяжелого машиностроения доходит до 23 м.

Вторая часть высоты пролета $/\Gamma$ определяется в зависимости от конструкции и размеров крана: она равна сумме габаритной высоты крана $\mathcal{A}$ (см. рис. 136) и расстояния m между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия или затяжки стропильной фермы, т. е.

$$\Lambda = \mathcal{A} + m. \quad (295)$$

Высота электрических мостовых кранов A установлена стандартом (ГОСТ) в зависимости от грузоподъемности кранов. Она колеблется в пределах от 2100 мм (для кранов грузоподъемностью 10 т) до 5200 мм (для кранов грузоподъемностью 250 т).

Расстояние между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия (или затяжки стропильной фермы) m должно быть не менее 100 мм (при расположении троллейных проводов сбоку под краном).

При определении высоты следует учитывать санитарно-гигиенические требования, по которым на каждого работающего должно приходиться не менее 15 ж³ объема производственного помещения и не менее 4,5 ж² площади; высота производственных помещений должна быть не менее 3,2 м от пола до потолка, а высота от пола до выступающих частей конструкции здания — не менее 2,6 м.

Высота производственного помещения зависит также от ширины пролетов: чем шире пролет, тем больше должна быть его высота; при малой высоте и большой ширине пролета получается недостаточная и неравномерная освещенность цеха. Исходя из вышеприведенных соображений можно установить наиболее приемлемые размеры высот для различных конструкций зданий в соответствии с шириной пролетов.

Общий объем зданий подсчитывается по строительной кубатуре, т. е. по наружной их площади и высоте. Для приближенных подсчетов наружную площадь зданий можно определить по внутренней площади с увеличением ее примерно на 10% — на толщину стен и по средней высоте (при наличии светового фонаря).

Среднюю высоту здания принимают равной сумме высоты H — от пола до нижнего пояса фермы и a — от нижнего пояса фермы до горизонтальной линии, проходящей через середину фонаря (см. рис. 135). Высота a принимается равной примерно $1/4—1/5$ ширины пролета здания.

Общий объем здания может быть определен посредством кубатурного коэффициента, под которым понимается отношение общего объема здания (в кубических метрах) к рабочей площади (в квадратных метрах). Под рабочей площадью понимается площадь производственных, складских и других помещений, используемых для производства (в жилищном строительстве под рабочей площадью понимается жилая полезная площадь).

Установив таким образом необходимые основные размеры пролета — его ширину, высоту и шаг колонн, а также на основании объема производства и планировки технологического оборудования необходимое число пролетов, общую ширину и длину здания, соответствующие условиям данного производства, подбирают применительно к ним типовые строительные схемы секций и зданий, разработанные для промышленных зданий с внутренним и наружным отводом дождевой воды с кровли.

В результате работы по типизации производственных зданий проектными институтами разработаны и соответствующими организациями утверждены габаритные схемы и основные параметры зданий производственных цехов. Во всех габаритных схемах зданий для разных цехов, размещавшихся ранее в зданиях с разнообразными параметрами, теперь по нормам строительного проектирования следует назначать размеры пролетов для зданий без мостовых кранов равными 12, 18 и 24 м, а для зданий, оборудованных мостовыми кранами, — 18, 24, 30 ж и более, кратными 6. В случаях технологической необходимости допускается применение для зданий с кранами пролетов 12 м, а для зданий без кранов — пролетов 30 ж и более, кратных 6. В случаях, предусмотренных нормативными документами по строительному проектированию предприятий зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, допускается применение пролетов, равных 6 и 9 ж.

Высоту помещений (от отметки чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре) в зданиях без мостовых кранов следует назначать: для пролетов до 12 ж — 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 и 6,8 ж; для

пролетов 18 и 24 м — 5,4; 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 ж; при необходимости по технологическим требованиям применения больших высот их следует принимать: для зданий с пролетами 12 м—кратными 1,2 (при высотах до 10,8 л*) и кратными 1,8 (при больших высотах); для зданий с пролетами 18 ж и более— кратными 1,8; высоты 3,6 и 4,2 м допускаются только в зданиях со скатами покрытия и с наружным отводом воды.

В зданиях с мостовыми кранами высоту помещений (от отметки чистого пола до низа несущих конструкций) следует принимать независимо от грузоподъемности кранов по данным, указанным в табл. 45. Высоту (отметку) до верха консолей колонн здания принимают в зависимости от грузоподъемности мостовых кранов (см. табл. 45).

Шаг колонн по крайним и средним рядам следует назначать (как было указано выше) равным 12 или 6 м на основании технико-экономических соображений с учетом технологических требований за исключением следующих случаев:

в зданиях с железобетонным каркасом пролетом 12 м и высотой до 6 м включительно следует принимать шаг наружных колонн равным 6 м;

в зданиях без кранов высотой 8,4 м и более и в зданиях, оборудованных кранами высотой 12,6 м и более, следует принимать шаг средних колонн равным 12 м.

Т а б л и ц а 45
Высоты помещений в зданиях, оборудованных мостовыми кранами, и отметки верха консолей колонн в зданиях со сборным железобетонным каркасом, оборудованных мостовыми кранами

Пролет здания, м	Высота помещения (от отметки чистого пола до низа несущих конструкций) независимо от грузоподъемности крана, м	Отметка верха консолей (высота до верха консолей), м		
		при грузоподъемности крана, т	при шаге колонн	
			6 м	12 м
18; 24	8,4	10	5,2	4,6
18; 24	9,6	10; 20	5,8	5,4
18; 24	10,8	10; 20	7,0	6,6
18; 24; 30	12,6	10; 20; 30	8,5	8,1
18; 24; 30	14,4	10; 20; 30	10,3	9,9
24; 30	16,2	30; 50	11,5	11,1
24; 30	18,0	30; 50	13,3	12,9

П р и м е ч а н и е . При применении кранов большей грузоподъемности» чем указано» отметка консолей колонн должна быть соответственно изменена.
При необходимости (по техническим требованиям) применения больших высот для зданий с пролетами 18 л и более их следует принимать кратными 1,8 м.

При необходимости назначения шага колонн более 12 м его следует принимать кратным 6.

В поперечных пролетах многопролетных одноэтажных зданий шаг колонн принимается 6 м, может быть и 12 м.

Для зданий, расположенных на одной строительной площадке, следует по возможности применять единую сетку колонн.

На основании строительных норм в целях значительного сокращения количества типоразмеров конструкций промышленных зданий, использования индустриальных методов их изготовления, уменьшения объема проектных работ, сокращения сроков строительства и снижения стоимости строительства разработаны унифицированные типовые секции для одноэтажных и многоэтажных зданий машиностроительной, легкой, пищевой и химической промышленности. Из таких секций, которые делятся на основные и дополнительные, komponуют промышленные здания, подбирая нужное ко-

личество секций, в соответствии с основными размерами здания, характером и объемом производства и технологическими требованиями.

Для цехов машиностроительной промышленности одноэтажные здания компонуются из основных и дополнительных секций.

Основные секции имеют размеры в плане **144X72 ж** и **72X72 ж**; сетки колонн **24X 12 ж** и **18X 12 ж**, где размер **12 ж** шаг колонн, а размеры **24** и **18 ж** — ширина пролетов (рис. 137); высоту пролетов в за-

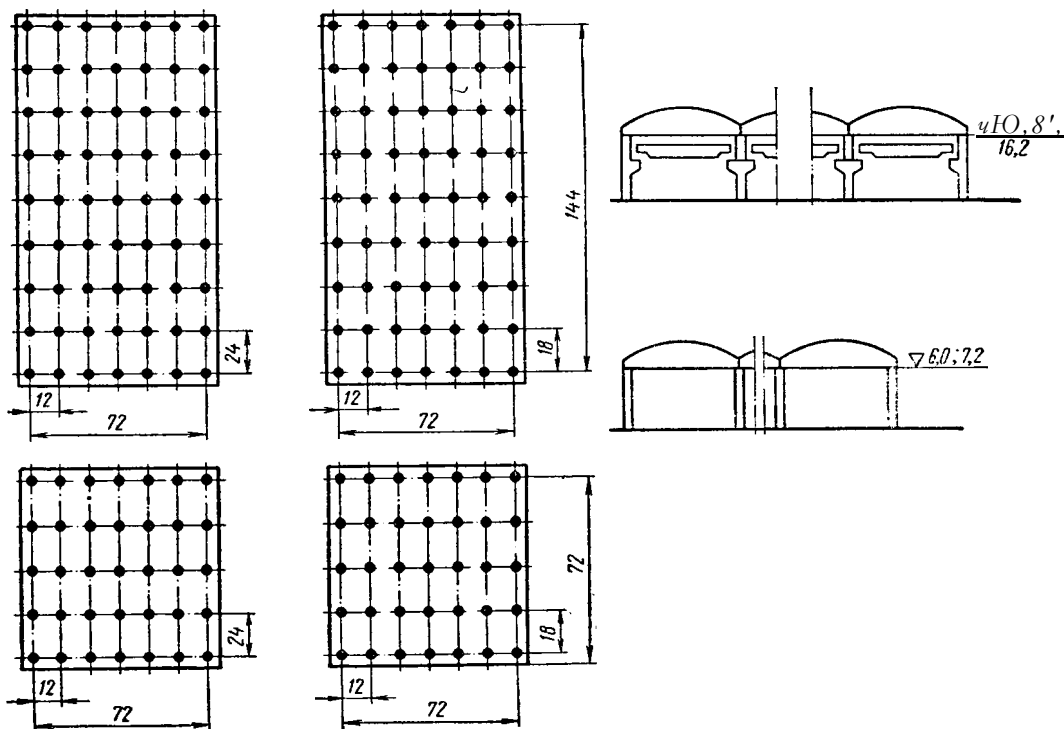


Рис 137. Основные унифицированные типовые секции размером в плане 144x72 м и 72 X 72 м

висимости от вида внутрицехового транспортного оборудования принимают: для бескрановых пролетов или с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до **5 т** включительно — **6,0** и **7,2 ж** до низа несущей конструкции покрытия; высота пролетов зданий с электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью до **30 т** включительно равна **10,8** и **16,2 ж** (литейные, кузнечные и прессовые цехи имеют свои особенности и размеры секций для них указаны далее).

Дополнительные секции для поперечных пролетов при грузоподъемности мостовых кранов до **30 т** имеют размеры в плане **24X72 ж** и **48x72 ж**; высота от пола до низа несущих конструкций покрытия — **10,8** и **16,2 ж**; при грузоподъемности мостовых кранов до **50 т** размеры секций в плане составляют **30x72 ж**; высота до низа конструкций покрытия — **16,2** и **18 ж**.

Унифицированные типовые секции для одноэтажных зданий литейных, кузнечных и прессовых цехов имеют размеры в плане **144x72 ж** и **72x72 ж** при сетке колонн **24 X12 ж**; высота пролетов при подвесном подъемно-транспортном оборудовании грузоподъемностью до **5 т** включительно принята равной **8 4** и **10,8 ж**; при мостовых кранах грузоподъемностью до **30 т** включительно — **10,8; 12,6; 16,2** и **18 ж**.

Типовые секции для двухэтажных зданий литейных цехов приняты размерами в плане 96х72 ж и 72х72 ж при сетке основных колонн 24х12 ж и сетке колонн первого этажа 12Х6 ж.

Общая высота помещений (от пола до низа несущих конструкций покрытия) при подвесном подъемно-транспортном оборудовании и мостовых кранах той же грузоподъемности принята равной 16,2 и 18 ж, при этом высота первого этажа — 7,8 ж (включая междуэтажное перекрытие).

Дополнительные секции для поперечных пролетов литейных, кузнечных и прессовых цехов с мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т включительно имеют размеры 24Х72 ж и 48Х72 ж; высота от пола до низа несущих конструкций покрытий — 12,6; 16,2 и 18 ж.

Модулированные размеры пролетов и унифицированная сетка колонн обеспечивают большую возможность типизации элементов строительных конструкций, уменьшение числа типов несущих ферм, сокращение типоразмеров плит перекрытий, полную взаимозаменяемость строительных элементов и деталей. Таким образом, создаются благоприятные условия для индустриализации и механизации строительства, обеспечивающие ускорение темпов и снижение затрат.

В зависимости от назначения здания, его размеров и грузоподъемности кранового оборудования конструкция здания по роду применяемого строительного материала может быть металлическая, железобетонная и смешанная.

Металлические конструкции, изготовленные полностью из металла, состоят из металлических колонн и подкрановых путей, металлических стропильных ферм, фонарей и т. д. Такие конструкции применяются для зданий с большими пролетами и кранами значительной грузоподъемности, как, например, с пролетами 30 ж и более, шагом колонн 12 ж и более, высотой колонн более 12 ж, с мостовыми кранами грузоподъемностью более 30 т, с консольными передвижными кранами. Металлические конструкции применяются также для зданий, в которых происходит нагревание несущих конструкций, оказывающее разрушительное действие на железобетон.

Применение для производственных зданий и сооружений стальных конструкций регламентируется специальными техническими правилами, предусматривающими экономию металла.

Основным материалом для металлических строительных конструкций является сталь марки Ст. 3. Для этих конструкций изыскиваются новые марки низколегированной стали. Стальные конструкции предпочтительно выполнять сварными с монтажными стыками на болтах или выполненными посредством сварки. Изготовление узлов металлических стропильных ферм производится с применением стандартного сортамента профильного металла: равнобоких и неравнобоких уголков, швеллеров, двутавров.

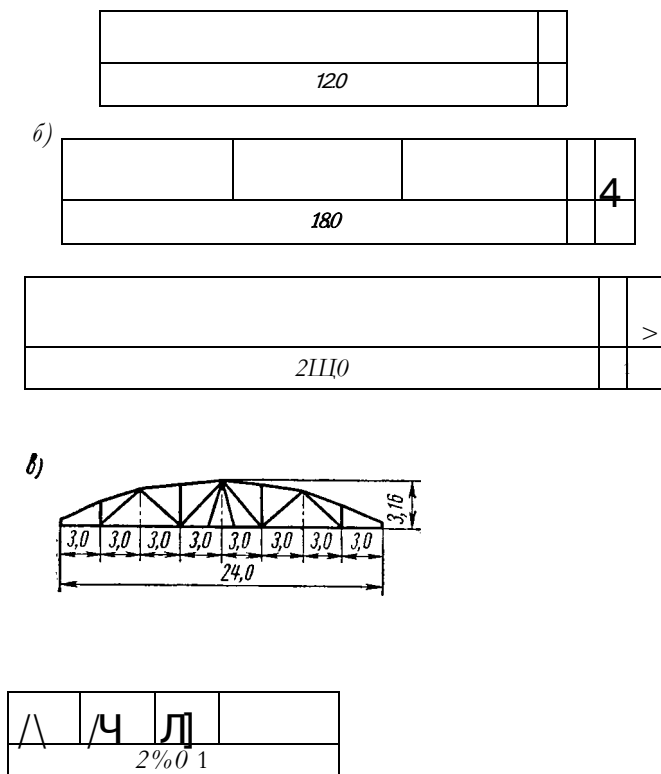
Типовая схема производственного здания со стальной конструкцией полигональных ферм размером 24 и 30 ж и с внутренним отводом дождевой воды приведена на рис. 114 (поперечный разрез). Полигональные стропильные фермы изображены также на рис. 135, 136, 138. Металлические конструкции могут быть использованы для зданий всех цехов горячей и холодной обработки металлов, однако они часто заменяются железобетонными.

Начинают применяться металлические конструкции стропильных ферм из алюминиевых сплавов, отличающихся большой коррозионной устойчивостью, способностью надежно свариваться, к тому же значительно более легких, чем стальные.

Железобетонная конструкция производственного здания состоит из железобетонных колонн, связующих рам, балок, подкрановых элементов здания, несущих сборных конструкций для покрытий. Железобетонные конструкции могут быть монолитными и сборными. Большее распространение имеют сборные конструкции. Железобетонные стропиль-

ные фермы для пролетов 24 и 30 м изготавливаются сборными (составными), а для пролетов 18 и 12 м — цельными. Сегментные фермы по сравнению с полигональными имеют большее применение, так как они экономичнее, для их изготовления требуется меньше материала. Вес сегментной фермы пролетом 18 м составляет немного больше четырех тонн (4,3 т).

Схемы железобетонных несущих конструкций покрытий показаны на рис. 138: а — железобетонная балка двутаврового сечения пролетом 12 м с предварительно напряженной арматурой и изготовленной из бетона марки



_____ МО

Рис. 138. Схемы несущих конструкций:

а — железобетонная балка двутаврового сечения пролетом 12 м; б — железобетонная полигональная цельная ферма пролетом 18 м; в — железобетонная сегментная ферма пролетом 24 м; г — полигональные стальные фермы пролетом 24 и 30 м

400; вес балки примерно 4,1 т, расстояние опор между балками (шаг колонн) — 6 м; б — железобетонная, полигональная ферма — цельная пролетом 18 м; в — железобетонная, сегментная ферма — составная (сборная) пролетом 24 м; г — Полигональные стальные фермы пролетом 24 и 30 м.

На рис. 139 показана конструкция железобетонной фермы пролетом 24 м для горизонтального покрытия. Несущие конструкции покрытий (фермы) пролетом до 30 м включительно и подстропильные балки (фермы) пролетом до 12 м применяются сборные железобетонные, предварительно напряженные. Колонны цехов без кранов, а также колонны цехов с кранами грузоподъемностью до 125 т включительно проектируются сборными железобетонными.

Подкрановые балки пролетами 6 и 12 ж под электрические мостовые краны легкого и среднего режимов работы грузоподъемностью до 30 т включительно, как правило, проектируются сборными железобетонными предварительно напряженными; при грузоподъемности кранов более 30 т применяются металлические подкрановые балки. Покрытие промышленных зданий производится сборными предварительно напряженными железобе-

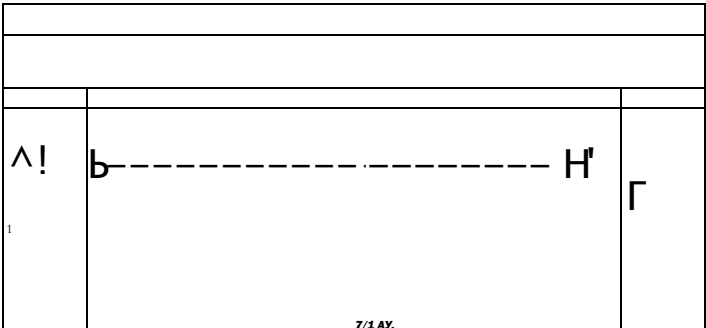


Рис. 139. Железобетонная ферма пролетом 24м для горизонтального покрытия

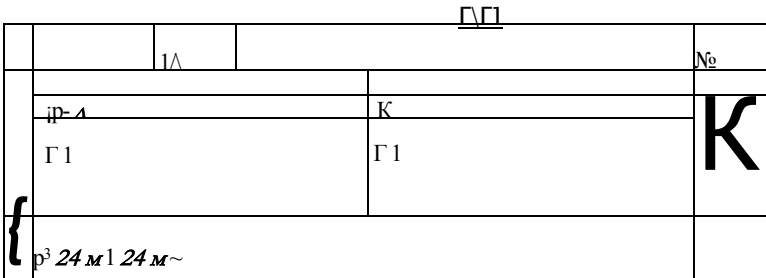


Рис. 140. Многопролетное производственное здание с сегментными фермами,одинаковой высотой и шириной (24 м) пролетов сборной железобетонной конструкции

тонными плитами размерами 3х 12 ж и доборными плитами 1,5х 12 ж (для зданий с шагом колонн 12 ж) и плитами размерами 3х6 ж и доборными плитами 1,5х6 ж (для зданий с шагом колонн 6 ж).

Стены производственных зданий следует делать панельными; панели применяются высотой 1,2 и 1,8 м. При панельных стенах — остекление ленточное, высотой кратной 0,6.

Стены кирпичной кладки применяются для зданий сравнительно небольшого объема (до 5000 ж³).

На рис. 140 изображено многопролетное производственное здание с сегментными фермами с одинаковой высотой и шириной (24 ж) пролетов сборной железобетонной конструкции (поперечный разрез). Для всех пролетов, кроме крайних, использованы типовые секции с фонарями*, имеющими вертикальное остекление, для крайних пролетов использованы бесфонарные секции. Общий вид одного из пролетов производственного многопролетного здания с сегментной фермой и с шириной каждого пролета 24 ж изображен на рис. 141.

Секции с фонарями для крайних пролетов применяются в тех случаях, когда световые проемы в стенах недостаточно освещают площадь пролета, когда фонари нужны для проветривания или предполагается пристройка дополнительных пролетов.

* О конструкции фонарей см. далее в этой главе.

Применение сборных железобетонных конструкций для производственных зданий дает возможность уменьшить расход металла примерно в два раза.

Смешанные конструкции производственных зданий, состоящие из железобетонных колонн, подкрановых балок, металлических ферм, прогонов и фонарей, могут быть использованы для цехов горячей и холодной обработки; ширина пролетов таких зданий может быть 30 м и более при шаге колонн 6 м.

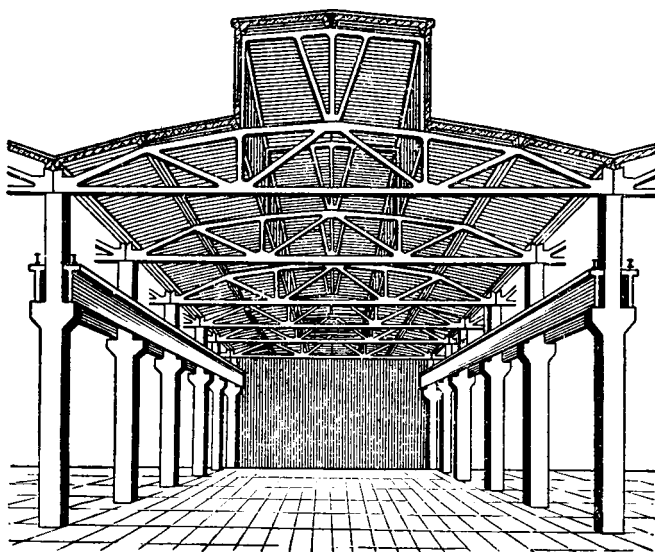


Рис. 141. Общий вид одного из пролетов производственного многопролетного здания с сегментной фермой с шириной каждого пролета 24 м

Одноэтажные многопролетные производственные здания следует, как правило, проектировать с пролетами одного направления одинаковой ширины и высоты.

В случаях, обоснованных рациональным решением технологических процессов и другими требованиями, связанными с осуществлением блокировки цехов, возможно применять минимальное количество различных унифицированных пролетов. Если по технологическим требованиям часть пролетов одного направления должна быть с увеличенной высотой, то их, как правило, следует группировать вместе и располагать по одну сторону от остальных. Количество различных высот пролетов должно быть минимальным. Проектирование зданий с пролетами двух взаимно перпендикулярных направлений допускается для отдельных производств при наличии существенных преимуществ в технологической планировке и организации производственных процессов в зданиях такого типа, например для механосборочного производства.

В многопролетных зданиях перепады высот 1,2 м и менее между пролетами одного направления не допускаются, за исключением зданий с кондиционированием воздуха. Перепады высот 1,8 и 2,4 м допускаются.

Перепады высот, как правило, совмещаются с продольными температурными швами.

Промышленные здания могут быть с внутренним и наружным отводом дождевой воды с кровли. Внутренний отвод дождевой воды устраивается, как правило, у многопролетных зданий. Для этого располагают трубы по колоннам здания или внутри колонн и соединяют их с системой водосточной

канализации, расположенной под зданием. Подземная часть **водосточной** сети делается из чугунных или бетонных труб.

^ Водосточные воронки при внутренних водостоках располагают из такого расчета: одна воронка примерно на $250\text{—}300\text{ м}^2$ площади ската при диаметре стояка 100 мм и расстоянии между воронками не более 24 м. При диаметре стояка 125 мм одна воронка принимается примерно на 550 м^2 площади покрытия, при плоских крышах — на $900\text{—}1000\text{ м}^2$.

Здания с наружным отводом дождевой воды позволяет перекрывать меньшие площади и ограничивают возможность дальнейшего расширения путем пристройки пролетов. Здания с наружным отводом имеют простую форму и требуют меньше ухода. Но для образования необходимого ската при большой ширине здания приходится высоко поднимать гребень кровли, что увеличивает объем здания и затраты на его постройку.

Б. Многоэтажные здания

Как отмечалось выше, в тех случаях, когда это допускают условия производства и целесообразно в технико-экономическом отношении, применяют многоэтажные здания. Многоэтажные здания — в 2—5 этажей, а иногда и больше — можно применять для механических и сборочных цехов при производстве легких и мелких изделий, как, например, режущего и измерительного инструмента, приборов, арифмометров, перфораторов, пишущих и швейных машин, карбюраторов, патефонов и т. д.

В многоэтажных зданиях достигается наибольшая концентрация производственных помещений на территории завода, сокращаются коммуникационные линии, внутризаводские пути, уменьшаются затраты на ограждение территории, на ее благоустройство и содержание; возможно полное размещение производства при ограниченных размерах участка. Однако при расположении механических цехов в многоэтажном здании ограничены возможности размещения станков в верхних этажах. Нормативная полезная нагрузка на пол в многоэтажных зданиях принимается 500; 1000 и 1500 кг/м^2 ; более высокая нагрузка значительно увеличивает затраты на постройку здания. Указанная допустимая нагрузка на пол позволяет располагать металлорежущие станки малых и средних размеров, для более же крупных станков допустимая нагрузка не должна превышать 2000 кг/м^2 . Для сравнения отметим, что на полы, расположенные на грунте нормальной плотности, допускается нагрузка до 2500 кг/м^2 . При плотном грунте нагрузка может быть значительно больше. Для цехов, изготавливающих тяжелые изделия и имеющих тяжелые станки, нагрузку на грунт при соответствующих укреплениях допускают до $10\,000\text{ кг/м}^2$.

Для механических, сборочных, инструментальных и других цехов, размещаемых в многоэтажных зданиях производств, требуются обычно станки малых и средних размеров, установку которых позволяет выше указанная допустимая нагрузка на пол в многоэтажных зданиях ($500\text{—}1500\text{ кг/м}^2$).

Если исходя из условий производственного процесса выявляется необходимость расположения в средних этажах более тяжелых станков, то следует применить несущую конструкцию здания и междуэтажные перекрытия с допустимой нагрузкой 2000 или 2500 кг/м^2 , соответствующей весу устанавливаемого оборудования. Более тяжелые и более быстроходные станки, а также станки, работающие с ударной нагрузкой (строгальные, долбежные и др.), следует располагать в первом этаже (если это возможно по характеру технологического процесса).

Установка быстроходных станков (токарных, шлифовальных и др.) в верхних этажах требует жесткой конструкции пола; при упругих, вибри-

* Стояком в данном и подобных случаях называют вертикально расположенную трубу.

рующих полах станки не дадут необходимой точности обработки и, кроме того, передадут сотрясение на другие этажи, что в свою очередь отразится на работе других станков.

Цехи с большим выделением тепла или вредных газов следует располагать в верхних этажах многоэтажных зданий.

Надлежащее взаимное расположение производственных и вспомогательных отделений цеха, связанных между собой последовательным ходом

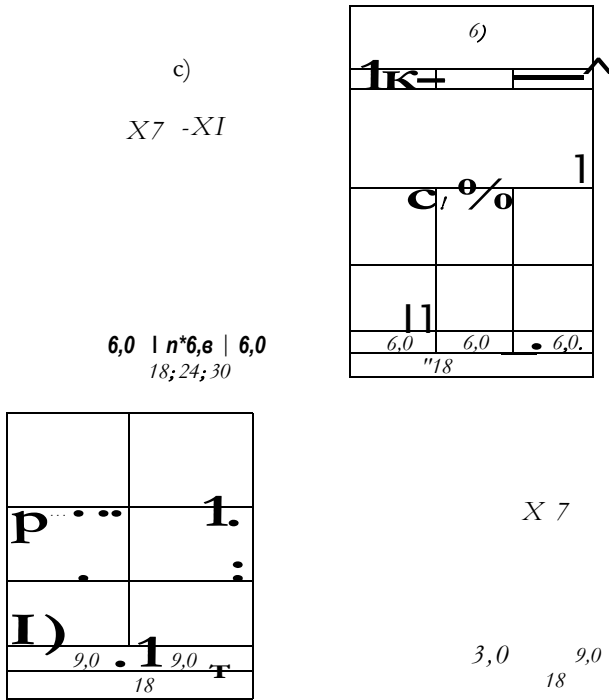


Рис. 142. Поперечный разрез трехэтажных производственных зданий, скомпонованных из унифицированных типовых секций

вследствие их ограниченной ширины и необходимости устройства брандмауэров через установленные нормами промежутки площади пола, а также из-за необходимости соблюдения определенного расстояния от любой точки помещения до лестницы, заключенной в лестничную клетку.

Ширина многоэтажных зданий не может быть большой, так как при этом ухудшается освещенность цехов боковым светом. Исходя из этого ширина многоэтажных зданий принимается равной 18; 24 и 30 ж. Расположение рабочих мест и станков должно быть наиболее благоприятным в отношении освещенности дневным светом.

Надо иметь в виду, что удовлетворительная освещенность естественным светом, даже при большой высоте этажей, достигается расположением рабочих мест не далее 10—12 ж от окон.

Для многоэтажных зданий при нормативных полезных нагрузках 500; 1000 и 1500 кг/м² принимается сетка колонн 6х6 м и 9х6 ж; при нагрузке до 1000 кг/ж² рекомендуется применение сетки колонн 9х6 ж.

При нагрузке 2000 и 2500 кг/м² принимается сетка колонн 6х6 ж.

Высота этажей многоэтажных зданий от отметки чистого пола до отметки чистого пола следующего этажа принимается 3,6; 4,8; 6,0 ж; для первого этажа высота может быть 7,2 ж.

Для многоэтажных производственных зданий разработаны (так же, как и для одноэтажных) габаритные схемы унифицированных типовых секций со следующими основными параметрами:

1. Сетка колонн $6 \times 6 \text{ м}$ \ количество пролетов 2—3 и более; количество этажей до 5 (включительно); высота этажей 3,6; 4,8; 6,0 м \ первый этаж может быть высотой 7,2 м; временная нагрузка на междуэтажные перекрытия может быть 1000; 1500; 2000; 2500 $\kappa\Gamma/\text{м}^2$.

2. Сетка колонн в нижних и средних этажах $6 \times 6 \text{ м}$; в верхнем этаже, в котором может быть установлен мостовой кран грузоподъемностью до 10 т, сетка колонн $18 \times 6 \text{ м}$; количество этажей до 5 (включительно); высота этажей, кроме верхнего, 4,8 и 6,0 м; высота верхнего — 10,8 м; временная нагрузка на междуэтажные перекрытия 1000; 1500; 2000; 2500 $\kappa\Gamma/\text{м}^2$.

3. Сетка колонн $9 \times 6 \text{ м}$; количество этажей до 4 (включительно); высота этажей 3,6; 4,8; 6,0 м, первого этажа — 7,2 м.

4. Сетка колонн в нижних и средних этажах $9 \times 6 \text{ ж}$; в верхнем этаже, который может быть оборудован подвесным транспортом, сетка колонн $18 \times 6 \text{ м}$; количество пролетов в нижнем и средних этажах 2; высота этажей 4,8; 6 м; высота верхнего этажа 7,2 м. Временная нагрузка на междуэтажные перекрытия не более 1500 $\kappa\Gamma/\text{м}^2$.

Высота этажей для всех схем указана от чистого пола одного этажа до чистого пола другого; высота верхних этажей — от чистого пола до нижней точки балки перекрытия.

Из указанных унифицированных типовых секций komponуются многоэтажные производственные здания. На рис. 142, а дан поперечный разрез трехэтажного здания, скомпонованного из типовых секций, обозначенных выше (в тексте) номером 1; на рис. 142, б — поперечный разрез трехэтажного здания, оборудованного мостовым краном на третьем этаже, скомпонованного из секций, обозначенных выше номером 2; на рис. 142, в — поперечный разрез трехэтажного здания, скомпонованного из секций, обозначенных выше номером 3; на рис. 142, г — поперечный разрез трехэтажного здания, оборудованного подвесным транспортным устройством на третьем этаже, скомпонованного из секций, обозначенных выше номером 4.

Железобетонные колонны, изготавливаемые заводами железобетонных изделий, имеют сечения: выше консолей — $400 \times 400 \text{ мм}$, ниже консолей — $400 \times 400 \text{ мм}$ или $600 \times 600 \text{ мм}$ в зависимости от нагрузки колонн.

Самой простой и удобной формой многоэтажных зданий является прямоугольная, при которой возможно использование унифицированных габаритных схем; однако в зависимости от размеров зданий, технологических потоков и конфигураций участка здания бывают со сложным периметром в виде букв П и Ш или других форм.

Расположение лестничных клеток может быть наружное (в пристройках) и внутреннее (в самом здании). В первом случае лучше используется внутренняя площадь, но несколько ухудшается внешний вид здания; во втором случае внешний вид здания не изменяется, но уменьшается внутренняя площадь.

При использовании унифицированных габаритных схем лестничные клетки располагают внутри самого здания.

§ 2. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ

А. Строительные материалы

К наиболее распространенным строительным материалам относятся дерево, камни, строительные растворы, бетон, железобетон, металл, пластмассы.

Дерево широко применяется в строительном деле; оно легко обрабатывается, имеет сравнительно малый коэффициент теплопроводности, хорошее сопротивление действующим усилиям; в то же время оно легко загорается, склонно к гниению, усыхает, разбухает, коробится; механическая прочность дерева вдоль и поперек волокна различна, предел проч-

ности при растяжении вдоль волокон колеблется в пределах от 800 до 1900 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$ (в зависимости от породы дерева), поперек волокон — от 15 до 100 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$.

Несмотря на эти отрицательные свойства, дерево в силу многих достоинств и возможности применения его для разнообразных строительных конструкций широко применяется в строительстве. Из древесных пород наибольшее применение имеют сосна, ель и в некоторой мере дуб, береза, лиственница, пихта, липа, бук и др.

Для удлинения срока службы деревянных изделий, предохранения и обезвреживания их от действия микроорганизмов, грибов и насекомых древесина подвергается сушке, окраске, покрытию и пропитыванию антисептиками (фтористонариевыми водными растворами, креозотовыми маслами

Для строительства пригодно дерево с влажностью не более 18—25%. Сушка древесины бывает естественная и искусственная. Естественной сушке под действием воздуха древесина подвергается в течение 0,5—1,5 года. Искусственная сушка древесины производится в сушильных камерах посредством горячего воздуха или при помощи специальных устройств с паровым отоплением; она дает возможность за короткое время уменьшить влажность древесины до 10—12%. Для сушки древесины применяют также высокочастотные установки.

Уменьшение пожарной опасности при использовании дерева достигается огнезащитными мерами: применением защитных покровов (штукатурки по войлоку, асбестового картона, кровельного железа по войлоку, асбофанеры и т. д.) или огнеупорных красок.

Строевой материал бывает в виде круглого леса: бревна, тонкий кругляк, подтоварник (накатник), жерди и пиленого леса (пиломатериалов): брус строительный, пластины, шпалы, доски, тес, горбыль.

Пластические массы (пластмассы) различных видов и сортов благодаря их хорошим свойствам в последние годы широко применяются в строительстве. Пластмассами пользуются для отделки стен, перегородок и других изделий и предметов с декоративной и гигиенической целью. Их используют для изготовления многих изделий, применяемых в строительстве, например древесноволокнистых, древесностружечных, минераловатных плит, плиток для полов и для облицовки стен, для изготовления линолеума, труб, санитарно-технического оборудования и пр.

Изделия из пластмасс обладают большой прочностью и в то же время легкостью, водонепроницаемостью, хорошими изоляционными свойствами в отношении тепла, звука.

Каменные материалы бывают естественные и искусственные. К естественным относятся гранит, песчаники, известняки; известняки делятся на кристаллические (мраморы), плотные (бутовый камень) и пористые (туфы). Кроме того, сюда относятся горные породы: гравий, песок, глина.

Искусственные каменные материалы могут быть обжиговые, твердеющие на воздухе или в заправочных котлах. К обжиговым камням относятся: кирпич — сплошной, многодырчатый, семицелевой, клинчатый и гончарные изделия — канализационные трубы, метлахские плитки. Кирпич обжиговой бывает красный (из глины), пористый, клинкерный, огнеупорный и др. Безобжиговыми камнями являются силикатный кирпич (из извести и песка), теплобетонные камни (пустотелые или сплошные) и др.

Строительные растворы применяются следующие: известковый — для каменной кладки и для штукатурки; цементный — при строительстве сооружений, требующих высокой прочности; смешанный цементно-известковый (он обладает большой прочностью и вместе с тем экономичнее цементного раствора); алебастровый, применяемый в случае необходимости быстрого схватывания; известково-алебастровый — для штукатурных работ по дереву; глиняный — для обмуровки котлов, кладки печей

и дымоходов; теплые растворы — для уменьшения теплопроводности кладки в швах, они содержат вместо песка (используемого в обычных растворах) в размолотом виде каменноугольный шлак или некоторые другие материалы (см. ниже).

Б е т о н — искусственный каменный материал; благодаря ряду положительных свойств он особенно широко применяется в строительных конструкциях. Бетон позволяет почти полностью механизировать процессы изготовления и укладки его при производстве строительных работ, дает возможность изготавливать из него на специальных заводах отдельные строительные элементы (балки, колонны, плиты и т. д.), доставляемые на строительство в готовом виде, допускает изменение механических и теплозащитных свойств отдельных элементов конструкций. Для приготовления бетона могут быть использованы отходы производства (шлак), местное сырье.

Бетон состоит из следующих основных частей: вяжущие, вода, наполнители. В качестве вяжущих применяют портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и др. Вода (чистая, пресная) служит для получения раствора. Отношение количества воды к количеству вяжущего называется *водоцементным отношением*.

В качестве наполнителей может быть использован песок, гравий, каменный или кирпичный щебень. Лучший песок представляет собой равномерную смесь мелкозернистых и крупнозернистых частиц (размером 0,15—5,0 мм). Гравий, каменный или кирпичный щебень предварительно промывают водой и просеивают через механические сита до получения частиц размером 5—80 мм.

Бетон в зависимости от его состава имеет различные свойства — прочность, теплопроводность, стойкость и др.; исходя из предъявляемых к бетону требований принимается определенное соотношение его составных частей.

Прочность на сжатие характеризуется маркой бетона, которая показывает механическую прочность (определяемую в лаборатории) бетонного кубика размером 20х20х20 см в возрасте 28 дней. Наиболее часто применяют для строительных конструкций бетон марок 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600.

Марки бетона условно обозначают: $R_{28} = 150 \text{ кг/см}^2$, $Y_{28} = 200 \text{ кг/см}$ и т. д., где Y — временное сопротивление сжатию, индекс 28 — число дней, определяющее возраст бетонного кубика.

Состав бетона выражают в виде весового или, реже, объемного соотношения между количеством цемента, песка и гравия (щебня), причем количество цемента принимают за единицу, например по весу — 1 : 2,4; 4,5 (цемент; песок; гравий — при водоцементном отношении 0,65); по объему — 1 : 2 : 4 и л и 1 : 3 : 5. Состав бетона можно также указывать в виде расхода отдельных его составляющих по весу на 1 ж³ готового бетона. Весовая дозировка на 1 м³ бетона является более правильным способом обозначения состава бетона.

Так как обычный («холодный») бетон обладает значительной теплопроводностью, то при необходимости иметь меньшую теплопроводность применяется «теплый» бетон, в котором в качестве наполнителей используются неорганические (шлак, пемза и др.) и органические (торф, опилки, древесный уголь и др.) материалы. Из «теплого» бетона изготавливают пустотелые или сплошные штучные камни разного веса (от 20 кг до 3 т).

Ж е л е з о б е т о н представляет собой бетонную массу с помещенной в ней стальной арматурой, состоящей из стержней, связанных между собой отожженной проволокой. Таким путем образуется монолитная железобетонная конструкция, в которой сила сцепления железа с бетоном достигает весьма больших размеров. Прочность конструкции, изготовленной из железобетона, значительно выше конструкции из бетона; железобетонная конструкция может сопротивляться изгибающим и растягивающим усилиям, в то время как бетон плохо сопротивляется таким усилиям. Арматура для

железобетона изготавливается из круглой стали. Из железобетона делаются балки, колонны, перекрытия, рамы, плиты и т. д.

Помимо монолитных, в строительстве в последнее время широко применяются сборные железобетонные конструкции. Изготовление отдельных элементов таких конструкций производится на специальных заводах с применением современных методов, обеспечивающих высокую прочность и плотность железобетона. Из доставленных с завода на строительную площадку готовых конструктивных элементов производят сборку зданий. При сборке выпущенная из соединяемых элементов (балок, панелей, колонн и др.) арматура сваривается или связывается и стык заполняется бетоном или раствором с применением высококачественного цемента.

Многолетний опыт применения железобетонных конструкций подтвердил, что они обладают высокими качественными показателями в отношении прочности, жесткости, огнестойкости, долговечности и поэтому их широко используют при строительстве крупных промышленных и жилых зданий и сооружений. При использовании сборных железобетонных конструкций по сравнению с монолитными значительно уменьшается трудоемкость работ, потребность в материалах, сокращается продолжительность строительства; все это дает высокий технико-экономический эффект применения сборных железобетонных конструкций.

Железобетонные конструкции, однако, не лишены некоторых недостатков, к числу которых относятся большой объемный вес (по сравнению со стальными конструкциями ферм железобетонные тяжелее в 3—4 раза), образование трещин, способствующих появлению коррозии арматуры, большая теплопроводность и звукопроводность.

Микротрещины в растянутой зоне обычного бетона, который обладает весьма малой растяжимостью, появляются при незначительном удлинении растянутой зоны, в то время как стальная арматура, обладающая значительно большей растяжимостью, удлиняется в несколько раз больше (в 4—6 раз). Таким образом, весьма малая растяжимость бетона является причиной появления микротрещин, а вследствие этого появления и коррозии арматуры.

Эти явления устраняются, если произвести предварительное напряжение конструктивных элементов путем большого натяжения арматуры до нагружения их фактической эксплуатационной нагрузкой. Когда бетон получит надлежащую прочность, натяжение арматуры прекращается (натяжные устройства снимаются), и арматура, несколько укорачиваясь, сжимает бетон, этим самым улучшается работа бетона на растяжение в эксплуатационных условиях.

Предварительно напряженные железобетонные конструкции по сравнению с обычными железобетонными имеют меньшие размеры по высоте, меньший вес (примерно на 40—50%), меньшую сравнительно стоимость и другие технико-экономические преимущества, которыми не обладает обычный железобетон.

В силу этого конструкции промышленных зданий и сооружений рекомендуется выполнять, как правило, в сборном железобетоне индустриального изготовления с минимальной построечной трудоемкостью и широким применением предварительно напряженных конструкций.

Стропильные фермы, балки, покрытия, подкрановые балки производственных зданий в настоящее время изготавливаются сборными железобетонными, предварительно напряженными.

Б. Основания зданий и сооружений

Для предупреждения неравномерной осадки зданий и сооружений их необходимо располагать на достаточно прочном грунте. Слой грунта, воспринимающий вес всего здания или сооружения, называется его **основанием**.

По структуре грунты делятся на скальные, песчаные, глинистые, лёссовидные, растительные, насыпные и смешанные.

Растительные и насыпные грунты могут служить основанием только в том случае, если толщина их слоя не менее 2,0 м.

Ниже приводятся допустимые давления на грунты — основания при глубине заложения подошвы фундамента (см. далее) на 2 м ниже поверхности.

Грунт	Допустимое давление, кг/см ² *
Скала.....	8—50
Гравий	3—8
Глина сухая.....	2,5—5
» влажная.....	1,5—2
» мокрая	1
Песок средний и крупный	2,5—3,5
» мелкий и сухой	1,5—3,0
» мокрый плотный.....	1,0—1,5
» наносный	0,5
Растительная земля.....	0,25—0,5

Нормальным можно считать грунт, допускающий нагрузку 2,0—2,5 кг/см².

Грунтовая вода, как правило, понижает несущую способность грунта.

Физико-механические свойства грунтов определяют по образцам породы, взятой из буровых скважин и шурфов (шурф — цилиндрический или квадратный колодец, стенки которого укрепляют досками). Для получения буровых скважин используют буровой инструмент. При бурении скважин, а также по шурфам делают геологические разрезы грунтов.

Укрепление грунтов при необходимости делают разными способами: вибрированием, нагнетанием цементных и химических растворов, гравием или щебнем или, наконец, устройством свайных оснований. В последнем случае забивают в грунт железобетонные сваи квадратного сечения или применяют набивные сваи, когда в скважины, образованные обсадочными трубами, заливают бетон. Трубы постепенно удаляют из грунта.

В. Фундаменты зданий и сооружений

Подземная часть здания (сооружения), передающая нагрузку от наземной части на основание, называется фундаментом.

Поверхность фундамента, непосредственно передающая нагрузку на основание, называется подошвой фундамента.

Для предупреждения неравномерной осадки здания глубина заложения фундамента под наружными стенами должна устанавливаться в зависимости от влажности грунта, положения уровня грунтовых вод и расчетной глубины промерзания грунтов. Глубину заложения фундаментов в глинистых грунтах, учитывая их свойства при замерзании, делают на 20—25 см ниже глубины промерзания.

Фундаменты под несущие стены каменных зданий делают обычно ленточными. Ширина фундамента под цоколем (учитывая обрезы с каждой стороны и цокольный уступ) принимается больше толщины стены в зависимости от высоты здания и материала фундамента, так как различные материалы обладают способностью передавать давления нижележащим слоям под некоторым определенным углом.

Для изготовления фундаментов используют различные материалы: бут, бутобетон, бетон, железобетон, сборный железобетон.

Фундаменты под железобетонные колонны промышленных зданий, которые являются основным несущим элементом каркасного здания, делают в виде отдельно стоящих столбов ступенчатой формы, изготавливаемых преимущественно из железобетона и сборного железобетона.

Для распределения давления от колонны на большую площадь устраивают подколонник.

Площадь подошвы фундамента, определяемая расчетом, зависит от нагрузки на колонну и допустимого давления на грунт.

У фундаментов под колонны крановых пролетов подошва имеет вид прямоугольника с отношением от 1 : 1,5 до 1 : 1,8.

Фундаменты для колонн, стен зданий и подвалов, а также стены подвалов рекомендуется проектировать и строить из сборных бетонных и железобетонных элементов.

Г. Фундаменты под металлорежущие станки

Металлорежущие станки в цехах можно устанавливать: а) непосредственно на полу соответствующей конструкции; б) на отдельных или общих для нескольких станков фундаментах.

Непосредственно на полу можно устанавливать легкие и средние станки общего назначения с уравновешенным, спокойным ходом, от которых

°)

*)

б)

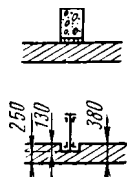


Рис. 143. Расположение строительных элементов (размеры в мм):

a — расстояние между двумя соседними фундаментами для металлорежущих станков; *б* — пята; *в* — расположение стенового заполнения по отношению к колоннам

не требуется высокой точности работы и которые обладают достаточно жесткой станиной; станки, имеющие вес до 7 т, устанавливаются на бетонном полу, станки весом до 2 т при габаритном размере их в плане до 2 м² — на торцовом полу. Непосредственно на полу можно ставить станки и с переменным, возвратно-поступательным движением рабочих органов (зубодолбежные, долбежные, строгальные), но лишь в тех случаях, когда сотрясения и вибрации, возникающие при их работе, не будут влиять на работу других станков. Все остальные станки устанавливают на отдельные или общие для нескольких станков фундаменты.

Для установки станков непосредственно на полу необходимо предусматривать соответствующую конструкцию; для этого можно применять пол из бетона толщиной 150—200 мм (при песчаной или шлаковой подготовке

такого же размера), из кирпича толщиной 120 мм (при подготовке в виде уплотненного слоя песка или гравия толщиной 150 мм), из торцовой пашки толщиной 60—100 лш (при бетонной подготовке толщиной 100 мм). Пол указанных конструкций может быть сплошным для всего цеха, в виде отдельных участков или в виде ленты. Станки с индивидуальным электродвигателем можно устанавливать без крепления их фундаментными болтами, и без цементной подливки, поэтому их легко и быстро можно перемещать, что очень важно для перестройки технологических процессов. Цементная подливка (толщиной 0,5—1,5 см) иногда делается с целью равномерного распределения давления на большую площадь пола и закрепления положения станка на полу.

Отдельные фундаменты для металлорежущих станков устраиваются с целью равномерного распределения на грунт динамических усилий и предотвращения колебаний станин, вредно отражающихся при работе станков, а также во избежание распространения неизбежных при работе колебаний на окружающую площадь и соседнее оборудование.

Для устройства отдельных фундаментов под станки применяют кирпич, естественный камень, бут, бетон, бутобетон, железобетон, дерево. Отдельные фундаменты в плане должны иметь форму и размеры, соответствующие опорной поверхности станины станка.

Глубина заложения фундаментов и размер площади его подошвы зависят от качества грунта, характера действующих при работе на станке усилий и требований, предъявляемых к точности станка. Большей частью размеры фундаментов определяются конструктивными и технологическими соображениями, иногда путем расчета.

Высоту фундаментов приближенно можно принимать: для станков весом до 10 т равной 0,6 м, для станков весом 10—12 т — 1,0 м, для более тяжелых станков — 1,5—2 м.

Если фундамент изготавливают в виде цельного блока (в случае, когда станок не прикрепляется к фундаменту болтами), высота его может быть принята приблизительно равной 0,2—0,3 самого малого размера фундамента в плане.

Расстояние a между двумя соседними фундаментами зависит от глубины их заложения; для крупного оборудования это расстояние должно быть в 1,5—2 раза больше разницы A в глубине заложения фундаментов (рис. 143, а), т. е.

$$c = (1,5 - 2) A.$$

Фундаментные основания в виде бетонного полотна делают толщиной 300—400 мм, а в виде бетонной ленты — толщиной 150—700 мм.

Фундаменты под оборудование не должны быть связаны с фундаментом здания.

Д. Стены и колонны

По конструктивному признаку стены здания разделяются на несущие и каркасные (в каркасных зданиях).

Несущие наружные стены делают из красного или силикатного кирпича и из естественных или бетонных камней. Несущие и ограждающие функции у них не разграничены. Толщина стен принимается для I климатического пояса (северной полосы) 2,5 кирпича (64 см), для II пояса (средней полосы) — 1,5 или 2 кирпича (38 и 51 см) на «теплом» растворе; для III пояса (южной полосы) — 1,5 кирпича (38 см).

Для повышения устойчивости несущих стен их укрепляют пилястрами, по которым иногда укладывают подкрановые пути для кранов небольшой грузоподъемности (рис. 143, б). Пилястры являются обязательными, если отношение толщины стены (наименьшей) к ее высоте менее 1 : 10.

В каркасных зданиях несущие функции выполняет каркас, состоящий из железобетонных, преимущественно сборных или стальных колонн и балок, а ограждающие функции — стеновое заполнение из различных строительных материалов — красного или силикатного кирпича, тепlobетонных камней, пористых известняков или, как большей частью делается в современном промышленном строительстве, из крупных железобетонных блоков и панелей.

Схема расположения стенового заполнения по отношению к колоннам показана на рис. 143, в.

Размеры колонн определяются расчетом. Для обеспечения необходимой жесткости поперечные размеры колонн приближенно должны быть (размеры стороны сечения обозначим a):

1) для колонн квадратного сечения ($a \times a$), не несущих крановых нагрузок;

при деревянных перекрытиях $a = \frac{H}{10}$

при металлических и железобетонных перекрытиях $a = \frac{H}{12}$

где H — высота колонны (см) от верха фундамента до верха консоли, на которую опираются конструкции перекрытия;

2) для колонн прямоугольного сечения ($a_6 X a_m$), несущих крановые нагрузки:

большой размер сечения колонны a_6 при кранах грузоподъемностью

до 10 т — не менее —> при кранах грузоподъемностью больше 10 т —

не менее $\frac{H_{\text{кр}}}{\gamma_0}$.

меньший размер сечения колонны a_m должен быть независимо от кон-

струкции перекрытия и грузоподъемности кранов не менее $\frac{H_{\text{кр}}}{\gamma_0}$, где γ_0 — "р и

нижняя часть колонны (см) от верха фундамента до верха железобетонных подкрановых балок или до верха консоли, на которую опираются подкрановые балки.

Во всех случаях размеры сечения железобетонных колонн должны быть не менее 30х30 см.

Е. Перегородки

Внутренние перегородки в производственных зданиях бывают разных видов в зависимости от назначения помещения: а) деревянные оппукатуренные; б) стеклянные с нижней деревянной частью; в) из металлической сетки с нижней деревянной частью; г) металлические застекленные; д) кирпичные; е) железобетонные.

В настоящее время рекомендуется применять в промышленных зданиях каркасные перегородки из легких материалов, допускающие их демонтаж.

Помещения для складов отделяют сетчатыми перегородками с нижней деревянной частью высотой 1 м и общей высотой 2,5—3,0 м.

Для отделений заточных, шлифовальных, лекальных, особо точных станков и других устраивают стеклянные перегородки с нижней деревянной частью высотой 1 м и общей высотой 2,5—3,0 м.

Для отделений покрытий металлами, окрасочных, термических и т. п., в которых происходит выделение вредных газов и паров или производство которых является огнеопасным, устраивают кирпичные перегородки в 1—1,5 кирпича или железобетонные толщиной 300 мм.

Деревянные оппукатуренные перегородки ставят в обслуживающих помещениях — бытовых, конторских и др.

Ж. Полы

Полы производственных помещений должны иметь ровную, удобную для очистки поверхность; на рабочих местах при легкой работе, не требующей постоянного передвижения, полы должны быть утепленными.

Для механических, сборочных, инструментальных и других цехов холодной обработки удобны полы из деревянной торцевой пашки (твердых пород) по бетонному основанию. Деревянная торцевая пашка легко поддается ремонту, не стесняет перемещения станков, хорошо изолирует от бетонного основания и является хорошей дорогой для электротележек. При наличии настила из деревянной пашки случайно упавшие детали и инструмент не получают повреждений. Пашки делаются большей частью шестигранными, реже прямоугольными, швы между ними заполняют мастикой; высота пашек 60; 80 и 100 мм, ширина граней 50—100 мм. Бетонное основание подпашки делают толщиной 100 мм или несколько более.

Следует, однако, иметь в виду, что полы с торцевой деревянной пашкой можно применять только в тех случаях, когда это обосновывается производственными требованиями.

Открытые бетонные полы (без верхнего настила) обладают большой теплопроводностью, и в случае их применения необходимо устраивать у станков и верстаков дощатые настилы-подставки. Эти настилы стесняют

движение транспорта, мешают ходьбе, способствуют загрязнению полов. Из-за этих недостатков открытые бетонные полы для механических и сборочных цехов неудобны и применяются редко (толщина слоя бетона и подготовки указана выше).

Часто применяются асфальтовые полы; они удобны для цехового транспорта; легко и быстро ремонтируются, но трудно поддаются чистке; работать на них у станков или верстаков необходимо с деревянными настилами-подставками, так как асфальт теплопроводен и асфальтовые полы холодны.

В кузнечных цехах применяются полы разных видов в зависимости от характера производственных процессов: из каменной брусчатки (для ковочно-прессовых, молотовых, печных отделений), кирпичные (для отделений кривошипных прессов, травильного), клинкерные, бетонные (для термического отделения), торцовые (для складов штампов, инструмента).

Для проездов в цехах иногда устраивают кирпичные и асфальтовые полы. В производственных помещениях делают также полы из керамических плиток и мраморной крошки.

В помещениях лабораторий, служебных и конторских помещениях часто применяют ксилолитовые полы (ксилолит — масса, состоящая из каустического магнезита на водном растворе хлористого магния, древесных опилок и минеральной краски для получения желательного цвета). Эти полы гигиеничны, удобны, хорошо поддаются чистке.

3. Двери, ворота, тамбуры

Расстояния от наиболее удаленного рабочего места до выхода наружу или на лестничную клетку в производственных зданиях должны приниматься в зависимости от категории пожарной опасности производства и степени огнестойкости здания согласно противопожарным нормам; эти расстояния для производств категорий* В, Г и Д находятся в пределах для одноэтажных зданий от 50 до 100 м, для многоэтажных — от 30 до 75 м.

Суммарная ширина дверей, коридоров или проходов на путях эвакуации во всех этажах должна приниматься из расчета не менее 0,6 м на 100 человек. Предельная ширина проходов должна быть не менее 1 м, коридоров — 1,4 м, дверей — 0,8—2,4 м (не более), маршей и площадок лестниц — 1,15—2,4 м (не более). Высота дверей должна быть не менее 2,0 м.

Двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться по направлению выхода из здания.

Количество эвакуационных выходов из производственных и общественных зданий или помещений должно быть не менее двух.

Ворота устраивают в зданиях цехов для провоза материалов, изделий, оборудования или его частей. Размеры ворот определяются исходя из габаритных размеров применяемых средств транспорта — электро- и автотележек, автомобилей, тягачей с прицепами, вагонов, тепловозов, электровозов, мотовозов, паровозов; при железнодорожном транспорте должны быть соблюдены габариты приближения частей сооружения или оборудования к железнодорожному пути по ГОСТу**.

Ширина ворот должна превышать наибольшую ширину средств транспорта не менее чем на 600 мм и должна быть не менее 1,8 м. Высота ворот в свету для пропуска средств безрельсового транспорта должна быть больше высоты средств транспорта не менее чем на 200 мм и должна быть не менее 2,4 м\ ширина ворот для прохода железнодорожных вагонов широкой колеи (1524 мм) 4,7 м, высота 5,6 м.

Ворота рекомендуется применять с автоматическим открыванием.

* О категориях производства см. далее в этой главе. Нормы даны здесь и далее только для тех категорий производства, которые относятся к машиностроительным заводам.

** ГОСТ 9238—59 для железнодорожной колеи 1524 мм и ГОСТ 9720—61 для колеи 750 мм с локомотивной тягой.

Для защиты рабочих мест от холодного воздуха (в районах с расчетной наружной температурой минус 20° и ниже) при длительном или частом открывании ворот и дверей предусматривается утепление проемов при помощи воздушнo-тепловых завес или тамбуров. Включение воздушных завес следует блокировать с открыванием ворот.

Тамбуры для прохода людей делают с двумя дверями, отстоящими одна от другой на расстоянии, несколько большем, чем ширина дверных полотен (не менее чем на 200 мм), при этом глубина тамбура должна быть не менее 1,2 м\ ширина тамбуров должна превышать ширину дверных проемов не менее чем на 250 мм с каждой стороны; двери тамбуров должны открываться наружу.

Глубина и ширина тамбуров для прохода транспорта зависят от габаритов применяемых транспортных средств (электро- и автотележек, автомобилей и др.).

И. Лестницы

Лестницы располагают в лестничных клетках. Материал лестниц и лестничных клеток выбирают в соответствии со степенью огнестойкости здания. Лестничные клетки должны иметь естественное освещение.

Допускаемые расстояния от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего выхода наружу или на лестничную клетку принимаются по вышеуказанным установленным нормам.

Суммарная ширина лестничных маршей в зависимости от количества людей, находящихся на наиболее населенном этаже, кроме первого, принимается из расчета не менее 0,6 м на 100 человек.

Ширина марша лестниц — не более 2,4 м. Отношение заложения марша к подъему — не менее 1,5, но чаще 1,75—2. В каждом марше устанавливают не менее 5 и не более 18 ступеней. Наиболее удобны ступени 15 ХЗ0 см и 16,6Х39 см (высота ступени, умноженная на ширину).

Ширина лестничных клеток принимается 2,4; 2,8; 3,2 м, длина 5,6; 6,0; 6,8 м (в зависимости от размеров здания, количества проходящих людей, назначения лестницы); ширина марша наиболее часто 1,35 м.

К. Световые фонари в промышленных зданиях

Несмотря на то что фонари верхнего света имеют относительно высокую стоимость, сложную конструкцию, способствуют образованию снежных завалов на кровле, в промышленных зданиях они широко применяются для многопролетных цехов, так как дают хорошую и равномерную естественную освещенность больших производственных площадей. Достаточная освещенность таких площадей естественным светом через боковое остекление не может быть достигнута. Световые фонари одновременно служат для естественной вентиляции (аэрации).

Фонари можно располагать вдоль пролетов здания — продольные фонари или перпендикулярно пролетам — поперечные фонари. Конструкция продольных фонарей проще, и они более равномерно освещают пролеты; в связи с этим они получили преимущественное применение по сравнению с поперечными фонарями, которые дают неравномерное освещение технологических потоков. Кроме того, применение поперечных фонарей затруднительно для зданий с разной высотой отдельных его частей.

В многопролетных зданиях с одинаковой степенью вредных производственных выделений (во всех пролетах или в пролетах крайних и смежных с ними) устройство фонарей в крайних пролетах, как правило, не рекомендуется, если фонари не требуются для освещения.

Форма световых фонарей бывает треугольная, зубчатая (пилообразная), трапециевидная, прямоугольная и М-образная (рис. 144).

Треугольные фонари (рис. 144, а) имеют остекление под углом 45° к горизонту; они делаются только глухими, т. е. не открывающимися, ввиду

того что при наклонном остеклении невозможно обеспечить водонепроницаемость притворов; такие фонари в настоящее время применяются редко,

более 30° для остальных зданий; ширина треугольных фонарей обычно не

фонари наклонной (рис. 144, б) или вертикальной (рис. 144, в) остекленной поверхностью, обращенной на север или северо-восток, применяются в тех случаях, когда в помещение не должны проникать прямые солнечные лучи; в местностях с большими снегопадами такие

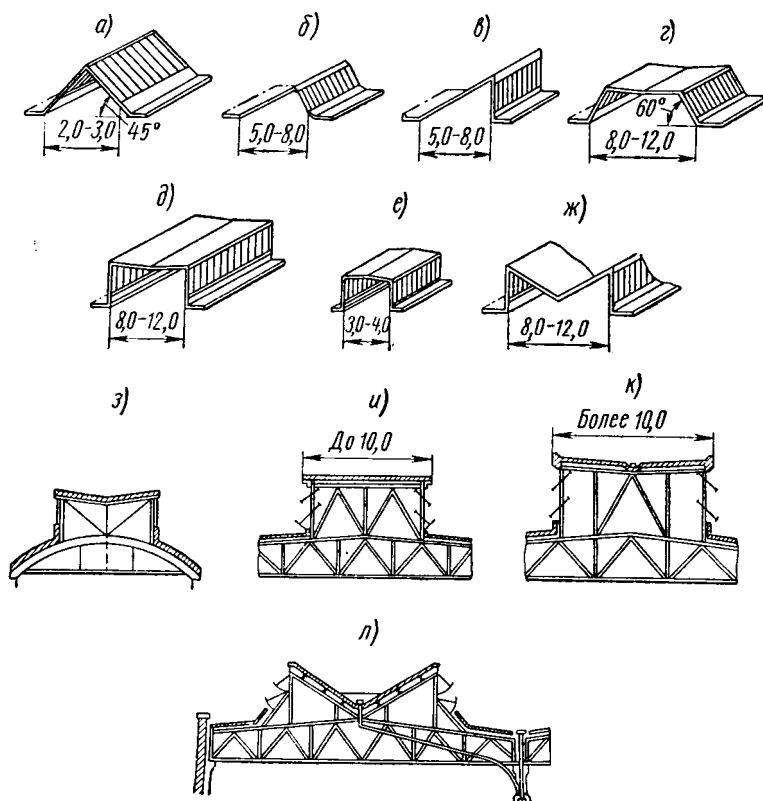


Рис 144. Формы световых фонарей (размеры в м);
а — треугольная; б, в — зубчатые (пилообразные); г — трапецидальная

и — наружный водоотвод; л — внутренний водоотвод

и Гостекление не имеет вследствие образования снеговых завалов, закрываю-

У Трапецидальные фонари (рис. 144, г) с остеклением под углом 60° к горизонту дают достаточную освещенность помещения, но наклонное остекление загрязняется больше, чем вертикальное, и на нем задерживает-

* с нег. А° Этои причине > 3 также из-за сложности конструкции предпочитают фонари прямоугольные П-образной формы с вертикальным остеклением (рис. 144, а, и) и М-образные (рис. 144, *, з, к, л; з — при железобетонной конструкции).

Прямоугольные фонари имеют вертикальное остекление которое меньше загрязняется и при котором меньше проникают в помещение прямые солнечные лучи; конструкция этих фонарей проще, чем трапецидальных в современных промышленных зданиях применяются фонари только прямо-

угольной формы, с вертикальным остеклением; фонари с наклонным остеклением допускаются лишь при наличии специальных обоснований; световые, как и комбинированные (для освещения и аэрации), должны быть с вертикальным остеклением и незадуваемыми.

Для зданий горячих цехов, где имеются значительные тепловые и вредные выделения, применяются фонари М-образной формы, у которых наклонные плоскости с внутренней стороны, направляют движение воздушных потоков к створкам остекления.

Ширину фонарей прямоугольной формы с вертикальным остеклением принимают для пролетов 12 и 18 ж — 6 ж, для пролетов 24 и 30 м 12 м. Ширина световых и комбинированных с двусторонним расположением остекления должна быть не менее 0,3 ширины пролета, освещаемого фонарем. Расстояние между соседними остекленными поверхностями параллельно расположенных на одном уровне фонарей с двусторонним вертикальным остеклением должно быть не менее полуторной суммы высот соседних фонарей.

Для горячих цехов с непрерывной работой, где требуется интенсивный обмен воздуха и защита от задувания, применяются аэрационные фонари специальной конструкции, предусматривающей ветрозащитные панели.

При устройстве фонарей предусматривают, не реже чем через 84 м по длине пролета разрывы—шириной не менее 6 м или переходные пожарные лестницы.

На рис. 144, и, к, л показано расположение створок и схемы наружного и внутреннего отвода воды с фонарей.

В световых фонарях производственных зданий делается одинарное остекление. Переплеты остекления фонарей бывают в один, два или три яруса; в каждом ярусе переплеты открываются отдельными створками или целыми ярусами. Открывание фонарных створок производится снизу, с уровня пола, с помощью специальных механизмов, или вручную посредством цепи, перекинутой через шкив, или посредством электродвигателя. При открывании и закрывании длинных лент поясов остекления пользуются электродвигателями.

Очистка от загрязнения внутренней поверхности остекления фонарей производится со специальных тележек, которые перемещаются вдоль фонаря по рельсам, расположенным по верхнему поясу ферм.

Производственные здания без фонарей и иногда без окон разрешается применять в особых случаях, например для размещения производств, требующих особого режима по чистоте воздуха помещений или автоматического регулирования температуры и влажности воздуха и т. д.

Производственные помещения без естественного освещения или с недостаточным освещением при постоянном пребывании в них работающих должны быть оборудованы установками искусственного ультрафиолетового излучения.

Для многопролетных зданий без фонарей применяют плоские кровли (см. схему горизонтального покрытия на рис. 139)

П. Галереи, эстакады, тоннели, каналы, антресоли

В зависимости от назначения галереи, эстакады и тоннели бывают:

- а) пешеходные, предназначенные для прохода людей;
- б) транспортные — для транспортирования материалов и изделий;
- в) коммуникационные — для укладки трубопроводов, кабелей и т. п.;
- г) комбинированные или совмещенные, предназначенные одновременно

для пешеходов, транспорта, коммуникаций.

Каналы — закрытые или открытые — предназначаются для размещения сетей различного назначения.

Антресоли, устраиваемые в цехах, служат для размещения конторских и бытовых помещений.

Ввиду большого количества строительных элементов, изображаемы* на планах производственных зданий, целесообразно придать им определенные условные обозначения. Такие условные обозначения приведены на рис. 145



Рис. 145. Условные обозначения строительных элементов (размеры в мм)

§ 3. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ЗДАНИЯМ

При проектировании производственных зданий должны быть предусмотрены противопожарные мероприятия, установленные нормами («Противопожарные требования. Основные положения проектирования». СНиП Н-А. 5—62).

Производства промышленных предприятий по пожарной опасности подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

К категории А относятся химические производства, связанные с выработкой, обработкой или применением газообразных веществ, легковоспламеняющихся жидкостей, и тому подобные производства.

К категории Б относятся производства, связанные с приготовлением и транспортированием самовоспламеняющихся и легковоспламеняющихся на воздухе частиц твердых веществ, и некоторые другие производства.

Производства категории А и Б непосредственного отношения к машиностроительным заводам не имеют.

К категориям производств В, Г и Д относятся в числе многих других разнообразных производств (текстильных, швейных, бумажных, пищевых и т. д.) следующие цехи машиностроительных заводов:

к категории В — лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, модельные, лесотарные цехи, отделения регенерации смазочных масел, трансформаторные мастерские, склады горючих и смазочных материалов;

к категории Г — литейные и плавильные цехи металлов, кузнечные, сварочные, термические цехи, цехи горячей прокатки металлов, мотороиспытательные станции, депо мотовозные и паровозные, котельные, помещения двигателей внутреннего сгорания, машинные залы электростанций;

к категории Д — механические (холодной обработки металлов) и инструментальные цехи, цехи холодной штамповки и холодной прокатки металлов, шихтовые (скрапные) дворы, депо электровозов и электротележек, воздухоудельные и компрессорные станции, насосные станции для перекачки горючих жидкостей.

Конструкции зданий или сооружений по огнестойкости делятся на пять степеней: I, II, III, IV и V.

Здания (или сооружения) I и II степеней имеют все части здания несгораемые; здания III степени имеют отдельные части здания несгораемые (основные), трудносгораемые (междуэтажные и чердачные перекрытия, перегородки) и сгораемые (совмещенные покрытия); здания IV степени имеют части здания трудносгораемые (основные перекрытия, перегородки), сгораемые (совмещенные покрытия) и несгораемые (брандамуэры); здания V степени имеют все части здания сгораемые и несгораемые только брандамуэры.

К несгораемым относятся здания, имеющие конструкции, выполненные из несгораемых материалов.

К трудносгораемым относятся здания, имеющие конструкции, выполненные из трудносгораемых материалов, а также конструкции из сгораемых материалов, защищенные от огня штукатуркой или облицовкой из несгораемых материалов.

К сгораемым относятся здания, имеющие конструкции, выполненные из сгораемых материалов и не защищенные от огня или высоких температур.

Требуемая степень огнестойкости зданий в зависимости от их этажности и категории пожарной опасности размещаемых в них производств, а также допустимая площадь пола между брандамуэрами должны приниматься по нормам строительного проектирования промышленных предприятий.

В зависимости от степени огнестойкости зданий нормами устанавливаются противопожарные разрывы между зданиями, сооружениями, закрытыми складами (см. гл. II, табл. 1).

В производственных зданиях должно быть предусмотрено устройство противопожарных несгораемых преград — противопожарных стен (брандамуэров) и перекрытий, а также эвакуационных выходов (дверей и лестниц).

Брандамуэрами отделяются: а) наибольшие допустимые площади пола здания; б) бытовые помещения от цеха; в) более опасные в пожарном отношении производственные, складские и другие подсобные помещения от менее опасных; г) помещения с разной степенью пожарной опасности. Брандамуэры делаются как продольные, так и поперечные.

Брандамуэр должен возвышаться над карнизом, а также над габаритами перерезаемых фонарей и других выступающих над крышей конструкций на определенную величину, установленную нормами в зависимости от возгораемости покрытия.

Двери, ворота и заполнения проемов в брандамуэрах и других противопожарных преградах должны быть несгораемыми или трудносгораемыми и иметь предел огнестойкости не менее 1 ч.

При хранении в одном складе различных материалов и изделий склад должен разделяться брандамуэрами на отсеки по признакам однородности гасящих средств (вода, пена) и однородности возгорания материалов.

Противопожарные перекрытия и стены, ограждающие производственные помещения, архивы, светокопировальные мастерские, библиотеки, узлы связи, кухни и проезды, располагаемые во вспомогательных зданиях, должны быть несгораемыми или трудносгораемыми (в зависимости от степени огнестойкости здания).

В производственных зданиях высотой до верха карниза более 10 ж должны устанавливаться наружные стальные пожарные лестницы; расстоя-

ние между пожарными лестницами по периметру здания должно быть не более 200 м.

Мероприятия в отношении устройства выходов, дверей и лестниц указаны в § 2 этой главы.

Для противопожарных целей должны использоваться дороги и проезды, устраиваемые в соответствии с производственными условиями. Если устройство таких дорог не требуется, подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен по свободной территории.

§ 4. ОСВЕЩЕНИЕ ЦЕХОВ И ДРУГИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Естественное и искусственное освещение в производственных, административно-конторских, бытовых и прочих помещениях проектируется в соответствии с действующими нормами (СНиП П-А. 8—62; СНиП П-А. 9—62 и СНиП Н-М. 2—62).

Все производственные и вспомогательные здания и помещения должны иметь непосредственное естественное освещение. Допускается освещать вторым светом бытовые помещения, кроме медицинских пунктов, пунктов питания, а также помещений контор, конструкторских и технологических бюро.

Для получения естественного освещения устраивают окна в наружных стенах и верхние световые фонари в перекрытиях. У фонарей, используемых для аэрации, должны быть открывающиеся фрамуги.

Размеры светопроемов и их расположение определяются в зависимости от требуемой освещенности, которая должна быть по возможности равномерной. При устройстве светопроемов необходимо предусмотреть защиту производственных помещений от прямых лучей солнца.

Естественное освещение какой-либо точки в помещении характеризуется коэффициентом естественной освещенности e на расчетной рабочей поверхности (сокращенно к. е. о).

Коэффициентом естественной освещенности в какой-либо точке называется выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке помещения к одновременной освещенности наружной точки, находящейся на горизонтальной плоскости, освещенной рассеянным светом всего неба.

Если производственное помещение освещается верхним или комбинированным светом, т. е. верхним и боковым (через окна), то устанавливается среднее значение коэффициента освещенности $e_{ср}$; если же помещение освещается только боковым светом, то устанавливается минимальное значение коэффициента освещенности $e_{мин}$ в точках, наиболее удаленных от окон. Средние значения коэффициента освещенности для различных работ установлены нормами

При определении величины коэффициента освещенности необходимо учитывать световые потери от остекления и переплетов в рамах, от затенения оборудованием элементами конструкции здания; наряду с этим должны быть приняты во внимание светоклиматические особенности места расположения предприятия.

Цветовую отделку (окраску, подбор цветов облицовочных материалов), потолков, стен и перегородок, ферм, балок, полов и других частей здания, а также технологического оборудования следует осуществлять преимущественно светлыми тонами, обеспечивающими повышение освещенности рабочих мест за счет отраженного света от поверхностей интерьера. Цветовая отделка помещений и оборудования должна регулярно обновляться.

Нормы естественного освещения помещений установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год для помещений с незначительными выделениями пыли, дыма и копоти и не реже четырех раз в год для помещений со значительными выделениями пыли, дыма и копоти.

При проектировании производственных и общественных зданий необходимо предусматривать устройства для очистки стекол, световых проемов и для окраски поверхностей помещения.

Значения коэффициентов естественной освещенности в помещениях зданий, расположенных в средней полосе СССР севернее 45° и южнее 60° северной широты (при других широтах вводятся поправочные коэффициенты), принимаются в зависимости от характера работы, выполняемых в помещении, например при выполнении точных работ к. е. о. установлен равным 5 (при верхнем и комбинированном освещении и размере объекта различения от 0,3 до 1 мм); при выполнении работ высокой точности, а также в чертежных залах, конструкторских бюро — равным 7 (при том же освещении и размере объекта различения от 0,1 до 0,3 мм); в административно-конторских помещениях — равным 1 (при боковом освещении), на лестницах, проходах, гардеробных, умывальных, душевых, туалетных — 0,25 (при боковом освещении).

Искусственное освещение может быть двух систем:

а) общее освещение, предназначенное для освещения всего помещения в целом;

б) комбинированное освещение, предусматривающее совместное применение общего и местного освещения.

Применение только одного местного освещения не допускается.

Аварийное освещение надлежит устраивать в тех случаях, когда оно необходимо для продолжения работы или для эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения.

Нормы искусственной освещенности установлены в зависимости от характера работ и назначения помещения.

Для определения годового расхода электроэнергии на освещение при укрупненных расчетах принимают 15 *вт* в час на 1 M^2 площади пола цехов, включая служебные и бытовые помещения. Нормы годового расхода по отдельным цехам см. гл. XVI, § 1.

§ 5. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

О т о п л е н и е . Для заводов применяются, как наиболее рациональные, системы воздушного отопления и системы отопления с нагревательными приборами (радиаторы, ребристые трубы).

Системы воздушного отопления применяются в крупных производственных зданиях; системы отопления с нагревательными приборами — в небольших производственных зданиях, в административно-конторских и бытовых помещениях, лабораториях, столовых.

В крупных производственных цехах иногда устраиваются отопительные системы смешанного вида, при котором воздушное отопление является основным, а вдоль стен здания дополнительно устанавливаются нагревательные приборы, предохраняющие рабочие места от потоков холодного воздуха.

Воздушное отопление может устраиваться одним из двух способов:

а) посредством нагрева приточного воздуха, б) с сосредоточенной подачей воздуха.

Первый способ осуществления воздушного отопления является наиболее простым и экономичным; в этом случае в зданиях, где имеются вентиляционные приточные системы, используются в отопительных целях оборудование, трубопроводы и воздуховоды систем приточной вентиляции, если производительность этих систем по воздуху соответствует количественной потребности воздухообмена при воздушном отоплении; если же этого соответствия нет, отопительные системы устраиваются независимо от систем приточной вентиляции.

Сущность действия системы воздушного отопления с сосредоточенной подачей воздуха состоит в подаче нагретого воздуха в нескольких точках здания; при этой системе достигается равномерное распределение температуры в помещении по горизонтали и вертикали.

Такие системы воздушного отопления целесообразно устраивать в зданиях большого объема, в которых располагаются механические, сборочные, инструментальные и другие цехи, не имеющие значительного количества вредных производственных выделений.

Для систем отопления с нагревательными приборами в качестве теплоносителя принимают:

перегретую воду или пар повышенного давления — для производственных и складских помещений;

перегретую воду — для лабораторий и административно-канторских помещений;

перегретую воду или пар — для бытовых помещений.

В качестве нагревательных приборов применяются: ребристые трубы — для производственных и бытовых помещений, гаражей и т. п.; радиаторы — для лабораторий, административно-канторских помещений, столовых и т. п.

Экономичность той или другой отопительной системы может быть в значительной мере определена тем, насколько полно используются температурные параметры теплоносителя.

В е н т и л я ц и я . С целью наиболее рационального и экономичного решения вопросов вентиляции производственных помещений необходимо предусмотреть технологические, конструктивные и строительные мероприятия в отношении оборудования и сооружений, которые обеспечивали бы наименьшее выделение или нейтрализацию появляющихся в процессе производства вредностей, наименьшее проникновение их в помещение. К числу таких мероприятий относятся: совершенствование технологического процесса; герметизация и изоляция производственного оборудования, выделяющего вредности; мокрая обработка материалов; местные вентиляционные отсосы (у шлифовальных, заточных, деревообрабатывающих станков, у печей, ванн, дробилок и т. п.).

Если подобные предупредительные мероприятия не могут обеспечить нормального состояния воздуха в помещении, удаление вредных выделений производится при помощи вентиляционных систем. Вентиляция может быть естественной или механической.

Естественная вентиляция организованная (аэрация) осуществляется открыванием створок в световых фонарях, окнах, через которые поступает и удаляется воздух под действием внутренних и внешних факторов, как-то: наружная и внутренняя температура, направление и скорость ветра. Для создания наилучших условий аэрации важное значение имеет целесообразная планировка цеховых отделений внутри здания, форма здания, наиболее рациональная конструкция световых фонарей, размещение их и оконных проемов.

Механическая вентиляция бывает вытяжная, приточная, приточно-вытяжная (комбинированная).

Вытяжная вентиляция предусматривает удаление вредностей в местах их образования (химические лаборатории, курительные, уборные и т. п.) при помощи электромеханических вентиляторов; поступление свежего воздуха происходит естественным путем.

При приточной вентиляции в помещение нагнетается вентилятором свежий (наружный) воздух; внутренний же воздух выходит естественным путем через выпускные отверстия; приточная вентиляция применяется, когда надо создать подпор, чтобы предохранить помещение от проникновения в него испорченного или холодного воздуха из соседних помещений.

Приточно-вытяжная система вентиляции предусматривает одновременную механическую подачу воздуха и механический отсос его. Эта система является наиболее рациональной для осуществления необходимого обмена

воздуха. При этой системе наружный воздух, засасываемый вентилятором, направляется в приточную вентиляционную камеру, где проходит вдоль отопительных приборов; далее через приточные каналы он поступает в воздуховоды помещения. Испорченный воздух с помощью вытяжных электровентиляторов направляется к вытяжной камере через сборные каналы — воздуховоды, расположенные по колоннам здания или под потолком.

В производственных зданиях без фонарей следует предусматривать автоматизацию вентиляционных устройств, а также блокировку технологического и местного вентиляционного оборудования.

Кондиционирование воздуха в цехах. Под этим понятием подразумевается осуществление в производственных помещениях и лабораториях независимо от наружных метеорологических условий определенного температурного и влажностного режима воздуха, соответствующего требованиям технологического процесса.

Установка для кондиционирования воздуха должна обеспечивать в летний период охлаждение и осушку поступающего в помещение воздуха, а в зимний период — увлажнение и нагрев его.

На машиностроительных заводах кондиционирование воздуха осуществляется в лабораториях технических измерений, в помещениях, где производится окончательная обработка и сборка изделий высокой точности (прецизионные подшипники качения, прецизионная аппаратура, инструмент), и в других помещениях, где требуется постоянная температура.

С целью уменьшения влияния солнечной радиации в таких помещениях следует располагать световые проемы на север и не применять световых фонарей. Остекленные поверхности следует защищать побелкой, шторами, козырьками и т. д. Наружные стены этих помещений необходимо делать более теплыми, чем они делаются обычно в производственных зданиях.

При расчетах внутренней температуры помещений машиностроительного завода с кондиционированным воздухом принимается $+20^{\circ}$.

Для установок кондиционирования воздуха применяются холодильные машины, работающие с холодильными агентами — фреоном или аммиаком. Аммиачные холодильные машины необходимо устанавливать в специально отведенном изолированном помещении.

Схема подачи воздуха установкой кондиционирования принимается «сверху вниз», т. е. выпуск воздуха осуществляется в верхней зоне помещения, а удаление — из нижней зоны.

Установки кондиционированного воздуха оборудуются приборами автоматического регулирования (термостатами, регулирующими изменение температуры; гигростатами — изменение влажности; регулировочными клапанами и др.).

ГЛАВА XIX. ОБЩАЯ КОМПОНОВКА ЦЕХОВ В ОДНОМ ЗДАНИИ

§ 1. ВАРИАНТЫ КОМПОНОВОК

Вместо постройки отдельных небольших зданий целесообразно в экономическом и техническом отношении объединять производственные и вспомогательные цехи в виде блока цехов в одном здании, так как затраты на постройку 1 M^3 отдельного небольшого здания значительно больше, чем одного более крупного блока, объединяющего несколько цехов.

Размещение небольших цехов в отдельных, разрозненных зданиях вызывает увеличение территории завода, удлинение внутризаводских путей и коммуникационных линий, увеличение расходов на благоустройство и ограждение территории, а также эксплуатационных расходов. Поэтому во всех случаях, когда по производственным условиям это представляется возможным, необходимо объединять производственные и вспомогательные цехи в одном здании, одноэтажном или многоэтажном.

(Производственные, вспомогательные и складские здания следует объединять, создавая блоки, включающие заготовительные, обрабатывающие и ремонтные цехи, а также склады, учитывая применение новой прогрессивной технологии производства, высокопроизводительного оборудования и укрупненных производственных агрегатов.

Основные склады сгораемых сырья и готовой продукции должны быть блокированы отдельно на допустимом противопожарными нормами расстоянии от блока производственных и вспомогательных помещений или отделяемом от блока производственных и вспомогательных помещений противопожарной стеной.

Вспомогательные помещения и устройства, трансформаторные киоски и подстанции, распределительные пункты, вентиляционные установки, насосные, промежуточные и расходные склады рекомендуется по возможности встраивать в производственные здания.

Блокированию подлежат основные производственные цехи, вспомогательные и обслуживающие цехи, общезаводские и цеховые склады, заводоуправления, цеховые конторы, конструкторские бюро, бытовые помещения, пункты питания, здравпункты, трансформаторные подстанции, распределительные устройства и т. д.»*.

При разработке общей компоновки цехов необходимо руководствоваться следующими основными соображениями:

1. Целесообразно объединять в виде блока цехов в одном здании производственные цехи, связанные между собой общим производственным процессом, в которых можно кооперировать работу части оборудования в целях наилучшего его использования; вспомогательные цехи, обслуживающие их, должны быть также включены в данный блок цехов.

* Строительные нормы и правила, 1963.

2. При общей компоновке соединенных в один блок цехов следует предусматривать такое их взаимное расположение, которое обеспечивает правильную последовательность процессов обработки и наиболее короткие, без обратных движений, пути грузопотоков.

3. Должна быть обеспечена прямоточность производственного процесса, соответствующая основной принципиальной схеме машиностроительного производства.

4. Необходимо сосредоточивать и располагать у наружных стен отделения и цехи с вредными выделениями — термические, окрасочные, гальванические и др., кроме случаев включения этих процессов в общую поточную линию, где для удаления вредных выделений предусматриваются соответствующие устройства.

5. Необходимо применять унифицированные основные размеры пролетов — ширину, длину, высоту.

6. Следует сосредоточивать в отдельном пролете цеховые отделения, для которых нужны увеличенная высота пролета и крановое оборудование.

7. Необходимо располагать линии обработки механического цеха по отношению к сборочному цеху таким образом, чтобы обработанные детали поступали на сборку кратчайшим путем и к той позиции сборочной линии, где они должны ставиться на собираемую машину.

8. В крупносерийном и массовом производстве необходима специализация отделений (участков) по агрегатам или узлам изготавливаемой машины с законченным технологическим циклом обработки и сборки данного агрегата или узла; в серийном и мелкосерийном производстве специализировать отделения (участки) по технологическому признаку — отделение механической обработки, узловой сборки, общей сборки; применять специализацию отделений (участков) механической обработки по группам деталей, например отделение корпусных деталей, отделение валов, отделение зубчатых колес и т. д.

9. Рекомендуется располагать в боковых пролетах, в стороне от общего производственного потока, вспомогательные цехи — инструментальные, ремонтно-механические, экспериментальные при включении их в блок цехов.

10. Следует предусматривать возможность объединения вспомогательных отделений, складского и транспортного хозяйства, обслуживающих помещений цехов, которые по характеру и назначению являются схожими или однородными.

Исходя из указанных соображений целесообразно объединять в одном здании следующие группы цехов (каждая группа образует блок цехов):

1. Механические и сборочные цехи по производству разных типов машин или агрегатов, цехи и отделения металлопокрытий и окрасочные, термические цехи, цехи холодной штамповки, вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения.

2. Механический, сборочный и другие цехи холодной обработки, изготавливающие детали или изделия, идущие на общую сборку машин; вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения.

3. Инструментальный, ремонтно-механический, электроремонтный, экспериментальный, заготовительный цехи, вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения.

4. Механический, сборочный, заготовительный, инструментальный, ремонтно-механический, экспериментальный цехи, вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения.

В зависимости от условий производства, помимо перечисленных, могут быть и другие варианты компоновки цехов в одном блоке.

В ОДНОМ ЗДАНИИ

Примеры планировки механических и сборочных цехов со вспомогательными отделениями и складами, а также инструментальных, ремонтно-механических, литейных и кузнечных цехов были приведены в соответствующих главах.

Примеры общей компоновки нескольких цехов в одном здании показаны на рис. 146—149.

На рис. 146 дана схема общей компоновки механического, сборочного, инструментального и ремонтно-механического цехов с термическим, окрасочным, испытательным и контрольным отделениями, экспедицией, а также складами и бытовыми помещениями машиностроительного завода средних размеров серийного производства.

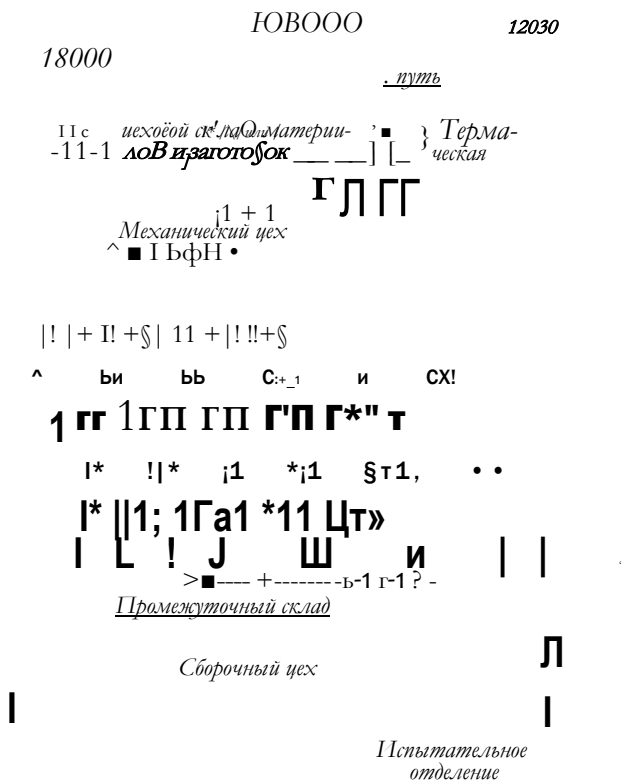


Рис. 146. Схема общей компоновки в одном здании механического, сборочного, инструментального и ремонтно-механического цехов машиностроительного завода серийного производства с вспомогательными отделениями, складами и бытовыми помещениями

На рис. 147 показана общая компоновка в одном здании нескольких цехов станкостроительного завода: заготовительного со складом, механических (серийного производства и мелких серий), цеха принадлежностей и наладки, сборочного с экспедицией, экспериментального, бытовых и конторских помещений.

На рис. 148 представлен план общей компоновки в одном здании механических и сборочных цехов: дизель-моторного, шасси, нормалей, газогенераторного и штамповочного цеха, тракторного завода. Весь корпус площадью 106 920 м² при длине 540 и ширине 198 м имеет двенадцать пролетов,

из них восемь шириной 12 м, два — 24 м и два — 18 м при шаге колонн 12 м.

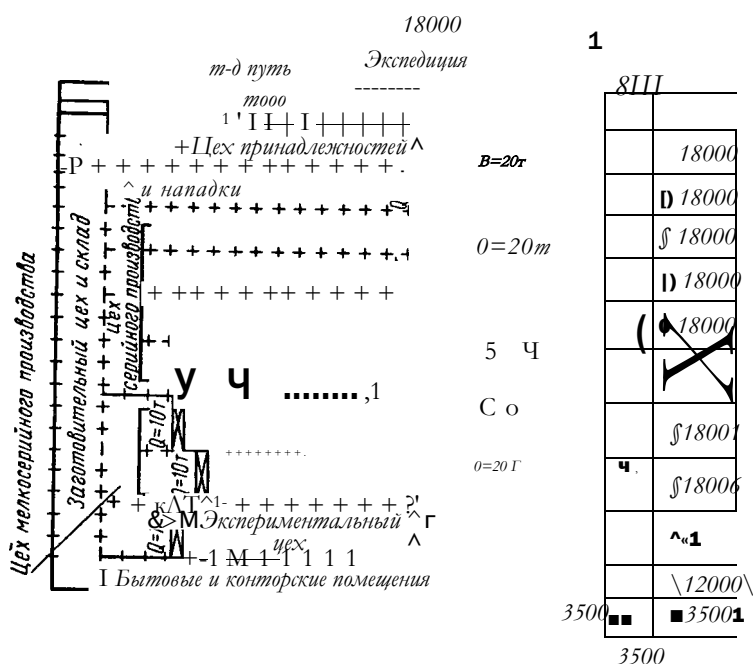


Рис. 147. План общей компоновки в одном здании механического, сборочного и других цехов станкостроительного завода

На рис. 149 изображен план общей компоновки механического, сборочного и других цехов для производства грузовых автомобилей. Здание имеет семь пролетов: четыре шириной 18 м и три — 24 м при шаге колонн 6 мм. Общая площадь корпуса (без бытовых помещений) 44 064 м² при длине 306 м и ширине 144 м, высота 8,4 и 10,8 м.

ГЛАВА XX. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЦЕХОМ И ЗАВОДОМ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

§ 1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА» ПРОЕКТА ЦЕХА И ЗАВОДА*

Разработка некоторых основных вопросов организации производства проектируемого объекта производится параллельно с разработкой технологической части проекта и в неразрывной связи с ней. Сюда относятся следующие вопросы:

1. Обоснование выбора вида (типа) производства и организационной формы выполнения технологического процесса; характеристика их применительно к проектируемому объекту.
2. Характеристика производственной структуры проектируемого объекта, его специализация и кооперирование с другими предприятиями; обоснование применения предметно-замкнутых участков, поточных и автоматических линий; принятые виды движения предметов труда; расчет заделов.
3. Организация труда на проектируемом объекте: особенности организации рабочих мест, порядок их обслуживания (обеспечение технологической оснасткой, в том числе инструментом; ремонт и уход за оборудованием); организация многостаночной работы и совмещения профессий.
4. Организационная форма контроля и, в частности, организация статистического метода контроля применительно к проектируемому технологическому процессу.
5. Организация технологической подготовки производства.
6. Организация инструментального хозяйства.
7. Организация ремонтного хозяйства.
8. Организация складского хозяйства.
9. Организация управления цехом и заводом в целом.

Разработка этих вопросов должна иметь конкретный характер применительно к проектируемому цеху и заводу и должна быть изложена в сжатой и четкой форме. Разработка отдельных вопросов может быть выполнена в краткой или более развитой форме в зависимости от характера производства, объема и степени разработки всего проекта в целом.

Организационная структура управления заводом строится исходя из соображений, обеспечивающих наибольшую четкость и оперативность руководства данной отраслью производства.

Состав и количество служащих, административного, инженерно-технического и счетно-конторского персонала для заводоуправления и его от-

* Здесь затрагиваются только некоторые положения, которые должны быть освещены в проекте цеха и завода (подробно они рассматриваются в курсе «Организация производства»).

делов, а также для цехов устанавливается исходя из утвержденной структуры управления заводом и цехами и их штатных расписаний.

В проектах отдельных цехов и всего завода по каждому цеху и заводоуправлению с его отделами указывается состав служащих с подразделением на инженерно-технический и счетно-конторский персонал и процентное отношение их количества к количеству рабочих и к общему количеству участвующих в работе данного предприятия. Эти процентные отношения являются технико-экономическими показателями, характеризующими структуру рабочего состава.

При технологическом проектировании автоматических станочных линий предусматривается в числе других разработка следующих вопросов*:

1. Разработка поэтапного графика технической подготовки производства проектируемой автоматической линии.
2. Система снабжения линии заготовками, материалами, инструментами и т. п.
3. Расчет заделов и длительности производственных циклов на основании разработанного технологического процесса.
4. Организация ремонтной службы автоматической линии и контроля выпускаемых изделий (при отсутствии автоматизированного контроля).
5. Организация учета выпуска продукции с линии, брака, простоев оборудования и рабочих.

§ 2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В проектах цехов дается описание конкретных мероприятий, предусматривающих предупреждение несчастных случаев при выполнении технологических операций в проектируемых цехах.

Применительно к конкретным орудиям производства и машинам, используемым в проектируемых технологических процессах, должны быть даны основные принципы конструкций устройств и приспособлений по технике безопасности.

Разработка самих конструкций этих устройств и приспособлений производится после утверждения проектного задания завода, при выполнении следующей стадии проектирования, называемой рабочими чертежами.

* Вопросы, касающиеся экономической части, рассмотрены в гл. XXI.

ГЛАВА XXI. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Общие сведения

Экономическая часть проекта, представляющая собой технико-экономические расчеты, устанавливает размеры затрат на осуществление спроектированного предприятия в целом или отдельного цеха, выявляет эффективность этих затрат, дает возможность оценить разработанные производственные процессы, использование средств производства и всю организацию данного завода или цеха.

Таким образом, экономическая часть является результирующей частью проекта, она дает окончательные выводы о технико-экономической целесообразности и эффективности спроектированного производства. В экономическую часть проекта каждого цеха и завода в целом входит разработка следующих вопросов:

1. Определение основных средств и суммы всех затрат на строительство проектируемого объекта.
2. Определение величины эксплуатационных издержек для проектируемого объекта, в частности:
 - а) величины затрат на основные и вспомогательные материалы, возобновляемый инструмент, топливо, электрическую и другие виды энергии;
 - б) годового фонда заработной платы;
 - в) цеховых косвенных (накладных) расходов, включая амортизационные отчисления.
3. Составление сметы производства и определение себестоимости продукции.
4. Исчисление основных технико-экономических показателей, их анализ и общая оценка технико-экономической эффективности спроектированного объекта.

§ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ И СУММЫ ВСЕХ ЗАТРАТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАВОДА

Величина основных средств цеха или завода определяется стоимостью всех имущественных ценностей, необходимых в условиях нормального хода данного производства.

Основные средства состоят из трех групп:

- а) здания и сооружения;
- б) производственное и вспомогательное оборудование, инструмент и приспособления;
- в) инвентарь.

В стоимость зданий и сооружений включаются затраты на санитарно-технические устройства (на водопровод, канализацию, отопление, вентиляцию, теплофикацию, газификацию), затраты на устройство фундаментов под оборудование, туннелей и т. п., на промышленные проводки по электри-

ческой силовой и осветительной энергии, сжатому воздуху, пару, газу и проч.

В группу производственного и вспомогательного оборудования входят все виды оборудования — технологического, энергетического, подъемно-транспортного, а также инструмента и приспособлений. В стоимость оборудования включаются затраты на его транспортирование и монтаж.

В стоимость инвентаря входят затраты на производственный и хозяйственный инвентарь.

Стоимость зданий и сооружений определяется на основании смет, составляемых для основных объектов завода по сметным нормам и по единичным расценкам на строительные работы.

Единичные расценки, т. е. затраты на единицу измерения конструктивного элемента, вида работы или отдельного объекта, подсчитываются на основании утвержденных ставок заработной платы для рабочих-сдельщиков и утвержденных цен, накладных и транспортных расходов на материалы, полуфабрикаты, изделия и готовые конструкции, а также на основании справочников укрупненных сметных норм.

Укрупненно стоимость зданий подсчитывают по показателям затрат на 1 M^3 (1 M^2) здания, принимаемых на основании утвержденных проектных смет или исполнительных смет, по выполненному строительству аналогичных зданий. Так, например, по данным некоторых проектных организаций затраты на 1 M^3 промышленных зданий в зависимости от объема составляют:

с высотой от пола до низа фермы 8 м и более (с крановой нагрузкой) из сборных железобетонных и металлических конструкций — в среднем 4,5—5,0 руб.;

с высотой от пола до низа фермы до 6 м (без крановой нагрузки, но с легкими кран-балками) из сборных железобетонных и смешанных конструкций — в среднем 5,0—5,5 руб.

Затраты на 1 $ж^3$ здания бытовых помещений составляют (в зависимости от числа этажей) 10—12 руб.

В указанные величины входит стоимость санитарно-технических устройств, сооружений и сети промышленных проводок, которые в сумме равны примерно 0,5—0,6 руб. на 1 M^3 здания.

Для определения затрат на оборудование (технологическое, энергетическое, грузоподъемное, транспортное и др.) и его монтаж, а также затраты на инструмент составляются сметы по специальным утвержденным ценникам и прейскурантам.

В стоимость оборудования, кроме расходов на монтаж, должны быть включены расходы на упаковку и транспорт, а также накладные расходы. Издержки на провоз оборудования от завода-поставщика исчисляются с 1 т оборудования в зависимости от расстояния.

При укрупненных расчетах суммарные затраты на оборудование определяются исходя из средней стоимости единицы оборудования по каждой отдельной группе его: эта средняя стоимость умножается на количество единиц оборудования, отнесенных к данной группе.

В среднем для всего станочного оборудования, кроме специальных агрегатных станков и автоматических линий, при укрупненных расчетах, стоимость одного станка можно принять равной примерно 2—2,5 тыс. руб.

При укрупненных расчетах расходы на монтаж, упаковку, транспорт, а также накладные расходы определяются в процентном отношении к стоимости оборудования. Так, например, расходы на монтаж (включая фундаменты) принимаются: механического (станочного) оборудования примерно 4—5%, подъемно-транспортного — 6—8%; а на упаковку, транспорт и накладные расходы — суммарно 4—5% от стоимости оборудования.

Стоимость энергетического оборудования, затраты на его монтаж, упаковку и транспорт, а также накладные расходы при укрупненных расчетах определяются исходя из затрат на 1 *квт* установленной мощности. Так, например, стоимость оборудования с включением расходов на упаковку,

транспорт, монтаж и накладных расходов принимают в размере 45—50 руб. за 1 кВт установленной мощности.

Среднюю мощность станка можно принять по данным табл. 43.

Стоимость инструмента, приспособлений и штампов начального фонда, дорогостоящих (более 50 руб. за одну штуку) или служащих более одного года, принимают в процентном отношении к стоимости оборудования; величина этого отношения колеблется в широких пределах в зависимости от рода машиностроения, вида производства и других условий. Так, например, в автомобилестроении принимают 9—12%, в серийном производстве общего машиностроения — 10—15%, а в поточно-массовом производстве она доходит до 15—20%.

Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря также принимают в процентном отношении к стоимости оборудования; эту стоимость иногда определяют исходя из установленной суммы на одного рабочего (для производственного инвентаря) и на одного служащего (для хозяйственного инвентаря). Так, например, в автомобилестроении стоимость производственного и хозяйственного инвентаря суммарно принимают в размере 1 I /о от стоимости оборудования.

В других производствах принимают стоимость производственного инвентаря (стеллажи, верстаки и проч.) 2—3% от стоимости основного оборудования, хозяйственного инвентаря — 15—20 руб. на одного рабочего наибольшей смены (включая производственных и вспомогательных) и 35—40 руб. на одного служащего (включая инженерно-технических и счетно-контрольных работников).

Общая сумма всех затрат на строительство проектируемого объекта (строительные работы, оборудование и его монтаж, прочие работы и затраты) определяется сводным сметно-финансовым расчетом к проектному

А Сводный сметно-финансовый расчет к проектному заданию завода, который после утверждения проектного задания является основанием для финансирования строительства, составляется на основе сметно-финансовых расчетов на отдельные здания, сооружения и различные виды общеплощадочных работ, а также сметно-финансовых расчетов на отдельные виды

Расчеты производятся по показателям стоимости соответствующих частей сметно-финансового расчета или сметы, исчисленным на единицу укрупненного измерителя — 1 м³ здания, 1 м² площади, 1 м водопровода, на 1 км инженерных сетей, на 1 единицу или 1 т оборудования и т. п.

Сводный сметно-финансовый расчет к проектному заданию, включающий все затраты на строительство, содержит следующие части.

Часть I

1. Подготовка территории строительства (снос строений, планировка, осушение и пр.).
2. Объекты основного производственного назначения.
3. Объекты подсобного производственного и обслуживающего назначения.
4. Объекты энергетического хозяйства.
5. Объекты транспортного хозяйства и связи.
6. Внешние сети и сооружения: водоснабжения, канализации, теплофикации и газификации.
7. Благоустройство промышленной площадки.
8. Временные здания и сооружения.
9. Прочие работы и затраты.

Часть II.

10. Содержание дирекции строящегося предприятия.

11. Подготовка эксплуатационных кадров.

12. Проектные и изыскательские работы.

Предусмотренные в установленном размере расходы на непредвиде -

ные работы и затраты указываются в конце сводного сметно-финансового расчета.

После итога сводного сметно-финансового расчета указывается возвратная сумма, включающая:

а) — амортизируемую в течение строительства часть стоимости временных зданий и сооружений, за вычетом затрат на капитальный ремонт их за время строительства;

б) ликвидную часть стоимости временных зданий и сооружений;

в) стоимость материалов, полученных в процессе строительства от разборки конструкций, сносимых зданий, а также материалов, получаемых в порядке попутной добычи (камень, гравий, лес и проч.).

Для уточнения установленной сметно-финансовыми расчетами стоимости строительства отдельных зданий и сооружений составляются сметы к рабочим чертежам, которые являются основой для производственного планирования и расчетов за выполненные строительно-монтажные работы. Сводная смета на стадии рабочих чертежей не составляется.

Смета к рабочим чертежам составляется на основании объемов строительно-монтажных работ, определенных по рабочим чертежам, а также преysкурантных цен или расценок, составленных по укрупненным сметным нормам или на основании сборников единичных расценок и ценников на монтаж оборудования.

§ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК В ПРОЕКТИРУЕМОМ ОБЪЕКТЕ

А. Определение величины затрат на материалы, топливо и энергию

Для выполнения годовой производственной программы цеха и завода должна быть определена потребность в основных и вспомогательных материалах.

Основные и вспомогательные материалы. Основными материалами, потребляемым металлообрабатывающими цехами, относятся отливки, поковки, штамповки, прутковый и листовой материал, метизы, трубы, полуфабрикаты, принадлежности.

Годовая потребность в основных материалах для каждого цеха определяется по количеству выпускаемых изделий, деталей для них и весу заготовок на основании чертежей и спецификации или по данным заводов.

При определении стоимости всех материалов, необходимых для выполнения годовой производственной программы завода, составляются материальные ведомости на основании данных по каждому цеху. Стоимость материалов принимается по ценам снабжающих организаций с начислением

«Г РАСХОДОВ (Проценты) В ОТНОШЕНИИ 4-5% от стоимости материалов) Необходимо учитывать возврат части затрат на отходы, которые в дальнейшем используются»

К вспомогательным материалам относятся смазочные масла, обтирочные материалы, керосин, бензин, резина, фибра, материалы для текущего ремонта оборудования и др. Потребность во вспомогательных материалах определяется исходя из практически установленных норм расхода.

Затраты на вспомогательные материалы, так же как и на основные, принимаются по ценам снабжающих организаций. При укрупненных расчетах стоимость вспомогательных материалов принимается в процентном отношении от стоимости основных материалов примерно в размере 1-2% в зависимости от характера производства.

не Р г и я и т о п л и в о . Определение годовой потребности в энергии всех видов и в топливе изложено в гл. XVI.

Примерные нормы годового расхода и цены вспомогательных материалов при работе в две смены

Материал	Единица измерения	Расчетная единица	Норма расхода на расчетную единицу	Примерная цена на 1 кг, коп.
Обтирочные материалы (концы)	кг	Станок	40	65
То же	э	Разметочная планка	65	
» »	»	Слесарь производственный	20	
> »	э	Слесарь по ремонту	20	
> >	»	Крановщик	20	
Керосин		Станок, кран	18	5
Бензин	>	1 »	7	11
Масло машинное Л	>	Станок	120	6
Солидол	э	Станок, кран	120	21
Масло веретенное 3	>	Шлифовальный станок	100	6
Эмульсол	>	Станок	130	6
Сульфок резол	э	Станок*	900	5
Технический вазелин	»	»	5	7
Кальцинированная сода	1	Станок**	100	3
Приводные ремни	м	Станок	8	—
Сшивки для ремней	шт.	»	20	—
Мазь для ремней	кг	>	6	—
Мазь для тросов	»	Кран	20	—
Мыло	»	Списочный*** рабочий	10	45
Мел	»	Станок	6	—
г	»	Слесарь	1	—
Наждачная бумага	лист	Станок	480	—
• »		Слесарь	360	

* Для одношпиндельных и многошпиндельных автоматов, резбифрезерных, резбонарезных зуборезных и протяжных станков.

** Для шлифовальных станков.

*** См. ниже § 4, п. Б. этой главы.

Затраты на электроэнергию, расходуемую в течение года ($5_э$ в руб.), составляют

$$5_э = 5_{кг}, \quad (296)$$

где — стоимость 1 *квт-ч* электроэнергии, руб.;

$№$ — годовая потребность в электроэнергии, *квт-ч*.

Стоимость электроэнергии принимается по отпускным ценам (ориентировочная стоимость 1 *квт-ч* силовой электроэнергии составляет 1,0—1,5 коп. в зависимости от источника электроснабжения; стоимость электроэнергии для освещения составляет 4 коп. за 1 *квт-ч*).

Затраты на сжатый воздух ($5_{сж.в}$ в руб.), потребляемый в год, составляют

$$\wedge_{сж. в} = 5_{н. сж} \quad (297)$$

где $Я_{м.сж}$ — стоимость 1 $м^3$ сжатого воздуха, руб.;

$<2_г$ — годовая потребность в сжатом воздухе, $ж^3$.

Затраты на сжатый воздух принимаются по себестоимости (ориентировочная себестоимость 1 $м^3$ составляет 0,3—0,4 коп.).

Затраты на воду ($5_в$ в руб.), потребляемую в течение года, составляют

$$5_в = 5_{м в} <2_в, \quad (298)$$

где $Я_{м.в}$ — стоимость 1 $м^3$ воды, руб.;

$<2_в$ — годовая потребность в воде, $м^3$.

Затраты на воду рассчитываются по отпускной цене, если завод снабжается водой от городского водопровода, или по себестоимости (ориентировочная стоимость 1 $м^3$ воды 4,0—7,0 коп.).

Затраты на пар ($5_{\text{п}}$ в руб.), потребляемый за год для производственных целей, а также для отопления и вентиляции, составляют

$$5_{\text{п}} = 5_{\text{т}} \cdot \zeta_{\text{п}} \quad (299)$$

где — стоимость 1 т пара, руб.;

$\zeta_{\text{п}}$ — годовая потребность в паре, т.

Стоимость пара колеблется в широких пределах в зависимости от рода и размера установки, снабжающей завод паром.

Затраты на пар рассчитываются по отпускным ценам, если пар получается со стороны, или по себестоимости — при своей котельной установке (ориентировочная стоимость 1 т пара составляет 1,0—1,5 руб.; стоимость одной мегакалории — 6 руб.).

Затраты на топливо ($5_{\text{т}}$ в руб.) потребляемое за год, составляют

$$5_{\text{т}} = 5_{\text{тг}} \cdot \beta_{\text{т}} \quad (300)$$

где $5_{\text{тг}}$ — стоимость 1 т топлива, руб.;

$\beta_{\text{т}}$ — годовая потребность в топливе, т.

Затраты на топливо исчисляются по отпускным ценам в зависимости от его вида.

Б. Определение годового фонда заработной платы

Годовой фонд заработной платы цеха или завода складывается из величин: 1) годового фонда основной заработной платы производственных рабочих; 2) годового фонда заработной платы вспомогательных рабочих; 3) годового фонда заработной платы инженерно-технических работников (ИТР), счетно-конторского персонала (СКП) и младшего обслуживающего персонала (МОП); 4) дополнительной заработной платы и начислений.

Годовой фонд основной заработной платы производственных рабочих может быть подсчитан: а) по штучной расценке, т. е., другими словами, по заработной плате за обработку одной детали и количеству деталей, подлежащих обработке в год; б) по количеству рабочих часов в году и количеству производственных рабочих.

Зная установленную при сдельной оплате норму времени на обработку одной детали, можно определить штучную расценку ($5_{\text{шт}}$ в руб.) следующей формуле:

$$5_{\text{шт}} = 5_{\text{тг}} \cdot A_{\text{т}} \quad (301)$$

где $5_{\text{тг}}$ — часовая ставка первого разряда, руб.;

$A_{\text{т}}$ — тарифный коэффициент;

$\zeta_{\text{шт}}$ — норма времени обработки, мин; это время может быть штучным $\zeta_{\text{шт}}$ или штучно-калькуляционным $t_{\text{шт}}$ в зависимости от вида (типа) производства.

Норма времени обработки берется из технологических карт, тарифный коэффициент принимается по установленной тарифной сетке для соответствующего разряда работы. В табл. 47 приведены для примера тарифная сетка и тарифные ставки для некоторых машиностроительных заводов.

Если норма выработки установлена в штуках в час, то заработная плата за обработку одной штуки (штучная расценка) составит

$$N_{\text{шт}} = \quad (302)$$

где N — норма выработки, шт./ч.

Часовая тарифная ставка первого разряда определяется в установленном порядке. Часовая ставка какого-либо другого разряда ($5_{\text{тг}}$) определяется путем умножения часовой ставки первого разряда $5_{\text{тг}}$ на тарифный коэффициент $K_{\text{т}}$ данного разряда рабочих, т. е. $5_{\text{тг}} = 5_{\text{тг}} \cdot K_{\text{т}}$.

**Шесткразрядная тарифная сетка и тарифные ставки
первой группы на работах по холодной обработке металлов**

Тарифные разряды	1	2	3	4	5	6
Тарифные ставки при сдельной оплате в руб. за 1 ч	0,415	0,438	0,479	0,550	0,638	0,742
Тарифные ставки при повременной оплате в руб. за 1 ч	0,399	0,426	0,438	0,472	0,549	0,638

Или часовая тарифная ставка каждого разряда непосредственно указывается в тарифной сетке, как в табл. 47.

Зная штучную расценку по каждой детали, можно подсчитать заработную плату за обработку всех деталей по годовой программе и, следовательно, определить годовой фонд заработной платы производственных рабочих.

Такой детальный подсчет требует значительного времени, поэтому его производят только тогда, когда требуется точное определение штучной расценки и, на основании ее, фонда заработной платы.

При проектировании заводов годовой фонд основной заработной платы производственных рабочих обычно подсчитывается укрупненно. Для определенной категории производственных рабочих годовой фонд основной заработной платы (P_0 в руб.) можно подсчитать укрупненно исходя из количества производственных рабочих и количества рабочих часов в году по следующей формуле:

$$\Lambda = \dots \quad <3031$$

где x_1 — часовая ставка 1-го разряда, руб.;

— тарифный коэффициент для данной категории рабочих; вместо κ , можно взять часовую тарифную ставку данной категории рабочих;

K — количество рабочих данного разряда;

$\text{ф}_{\text{ар}}$ — годовой действительный (расчетный) фонд времени одного рабочего в час.

Просуммировав полученные для отдельных групп производственных рабочих величины годового фонда P_0 , получим общую сумму $\sum P_0$ годового фонда основной заработной платы производственных рабочих всего цеха (Λ , в руб.), т. е.

$$\Lambda = \sum a^*$$

Количество рабочих каждой группы (профессии) и их разряд берутся из расчетных ведомостей рабочего состава, подсчитанного на основании технологических карт (гл. III).

Годовой фонд основной заработной платы производственных рабочих всего цеха можно подсчитать упрощенным путем исходя из среднего тарифного коэффициента по цеху по формуле

$$\Lambda = M_{\text{ср}} \cdot \Lambda_{\text{р}} \quad (304)$$

где — часовая ставка 1-го разряда, руб.;

$\bar{\kappa}$ — средний тарифный коэффициент по цеху; или вместо $\bar{\kappa}$, $\kappa_{\text{ср}}$ — часовая тарифная ставка среднего разряда рабочих;

I — общее количество производственных рабочих в цехе;

ф — действительный (расчетный) годовой фонд времени одного рабочего в час.

Помимо основной заработной платы производственных рабочих, для

них должны быть подсчитаны дополнительная заработная плата и начисления на заработную плату.

В *дополнительную заработную плату* (сокращенно — *доплаты*) производственных рабочих входят: оплата очередных и дополнительных отпусков; доплаты по прогрессивно-сдельной системе; доплаты за работу в ночное время; доплаты бригадирам, не освобожденным от работы; выплаты по премиальным системам; оплата перерывов для кормящих матерей; оплата сверхурочных часов работы, простоев, льготных часов подростков; оплата за обучение учеников; оплата за время выполнения государственных обязанностей; выходные пособия и прочие доплаты.

Доплаты исчисляются в процентах от основной заработной платы. При проектировании величину доплат принимают для производственных рабочих в размере примерно 18—25%; величина процентного отношения бывает разной для различных отраслей машиностроения и находится в зависимости от показателей снижения себестоимости продукции, выполнения плана и т. п. Указанная величина процента доплат распределяется по отдельным видам доплат примерно следующим образом: оплата отпусков — 4—5%, оплата за сверхурочные часы работы и простои — 1,5—2%, доплата по премиальной системе — до 15%, прочие доплаты — 1,5—3%.

Оплата отпусков, например, в автомобильной промышленности в среднем составляет 4% при отпуске в 15 рабочих дней, 6% — при отпуске в 18 рабочих дней и 8% — при отпуске в 24 рабочих дня.

Начисления на заработную плату устанавливаются в процентах от всего годового фонда заработной платы, т. е. от суммы основной и дополнительной заработной платы (они составляют примерно 6,5—8,1%).

Доплаты и начисления на основную заработную плату производственных рабочих входят в состав накладных расходов.

Годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих подсчитывается по их количеству исходя из месячных ставок заработной платы рабочих или повременной оплаты по определенному разряду. Доплаты для этой группы рабочих исчисляются также в процентах от годового фонда заработной платы вспомогательных рабочих (в размере примерно 15—20%); начисления на заработную плату принимаются в том же проценте, что и для производственных рабочих, от суммы основной и дополнительной заработной платы. Годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих вносится в ведомость расчета общего годового фонда заработной платы всех работающих в цехе (или на заводе).

Годовой фонд заработной платы административного персонала, инженерно-технических работников, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала подсчитывается исходя из месячных ставок заработной платы и количества работающих по каждой штатной должности: доплаты принимаются в процентах от их основной заработной платы*, они составляют примерно: для инженерно-технических работников и административного персонала—15—18%; для счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала—10—12%; начисления в том же проценте, как указано выше.

Вся заработная плата вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников, административного, счетно-конторского и младшего обслуживающего персонала цеха входит в состав цеховых накладных расходов; заработная плата аналогичных категорий работников заводоуправления входит в состав общезаводских накладных расходов.

Все расчеты по определению годового фонда заработной платы всего состава работающих в цехе следует сводить в таблицу, располагая в ней

¹Рафы для подсчитываемых величин в соответствии с формулой (303) или

* Выплата премиальных инженерно-техническим работникам и остальным служащим не входит в доплаты, так как эта выплата производится из прибыли предприятия.

В. Определение цеховых накладных (косвенных) расходов

Цеховые накладные (косвенные) расходы состоят из ряда статей, ценностное выражение которых определяется по действительным затратам различными способами.

Эти затраты по отдельным статьям для разных отраслей машиностроения колеблются иногда в широких пределах, поэтому при проектировании цехов или заводов следует пользоваться данными о размерах расходов, относящихся к соответствующей отрасли машиностроения.

Состав цеховых накладных расходов по статьям и определение их по каждой статье указаны в табл. 48. Приведенные величины в процентах или рублях являются примерными (средними); пользоваться ими можно как ориентировочными при отсутствии данных, относящихся непосредственно к проектируемому производству.

Исчисленная таким образом общая сумма цеховых накладных расходов в год сопоставляется с общей суммой годовой основной заработной платы производственных рабочих и выражается в процентах от последней.

Цеховые накладные расходы составляют в среднем по заводу: для серийного производства — 200—250%, для массового — 350—450% от основной заработной платы производственных рабочих. В производстве с высокой степенью автоматизации производственного процесса процентное отношение цеховых накладных расходов выше.

Для отдельных цехов накладные расходы выражаются различным числом процентов; так, например, в автомобильной промышленности в среднем по механическим цехам 250—350%, по сборочным — 150—200%, по литейным — 400—600%, по кузнечно-прессовым — 600—1000%. По автоматическим линиям цеховые накладные расходы иногда превышают 1000%.

При укрупненных расчетах пользуются средними процентными отношениями в указанных размерах или принимают их по заводским данным.

Таблица 48

Состав цеховых накладных расходов и определение их по каждой статье

Номер и наименование статьи расхода	Определение расхода
1. Расходы, связанные с работой оборудования	
1. Энергия для производственных целей:	
а) затраты на силовую электроэнергию	По формуле (296)
б) затраты на сжатый воздух	» » (297)
в) затраты на воду для производственных целей	» » (298)
г) затраты на пар для производственных целей	» 1 (299)
2. Вспомогательные материалы	По нормам расхода в материальном выражении (см. табл. 46), или по установленной сумме на станок в год (примерно 35 — 45 руб.), или в процентах от стоимости основных материалов (1,5—2,0%)
3. Основная заработная плата вспомогательных рабочих по обслуживанию оборудования	Исходя из местных ставок заработной платы
4. Дополнительная заработная плата этих вспомогательных рабочих	В процентах от основной заработной платы этих рабочих, примерно 15—20%

Номер и наименование статьи расхода	
5. Начисления на основную и дополнительную заработную плату этих вспомогательных рабочих	В процентах от суммы, основной и дополнительной заработной платы этих рабочих, примерно 6,5—8,1%, в среднем 7,5%
6. Амортизационные отчисления (при работе в две смены):	В процентах от балансовой стоимости, включающей затраты на монтаж и транспортирование, 12—16,4% в зависимости от типа станков при массовом и крупносерийном производстве, 10—12% при серийном производстве 12,2% от балансовой стоимости 10,2% » »
а) оборудование: металлорежущие станки, включая агрегатные и специальные	15,5% , ,
автоматические станочные линии, электродвигатели мощностью до 100 <i>квт</i>	48% » »
б) инструмент и приспособления	8,8% от балансовой стоимости
в) механизированный инструмент пневматический и электрический	В процентах от стоимости оборудования, примерно 0,5%
г) электрические мостовые краны	По установленной сумме в год на одного производственного рабочего, примерно 100—150 руб.
7. Содержание оборудования	В процентах от балансовой стоимости оборудования, примерно 4,5%, кроме оборудования автоматических линий
8. Содержание, ремонт и возобновление малоценного инструмента и приспособлений	В процентах от их стоимости, примерно 5%
9. Текущий ремонт:	В процентах от годового фонда основной заработной платы этих рабочих, примерно 18—25%
а) оборудования	В процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы этих рабочих, примерно 6,5—8,1%, в среднем 7,5%
б) приспособлений и ценного инструмента	Исходя из месячных ставок заработной платы
II. Общепеховые расходы	В процентах от основной заработной платы этих рабочих, примерно 15—20%
1. Дополнительная заработная плата (доплаты) производственных рабочих	В процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы этих рабочих, примерно 6,5—8,1%, в среднем 7,5%
2. Начисления на основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих	Исходя из месячных ставок заработной платы
3. Основная заработная плата вспомогательных рабочих (кроме вышеуказанных рабочих по обслуживанию оборудования)	В процентах от основной заработной платы в среднем: 15—18%
4. Дополнительная заработная плата этих вспомогательных рабочих	10—12%
5. Начисления на основную и дополнительную заработную плату этих вспомогательных рабочих	В процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы, примерно 6,5—8,1%, в среднем 7,5%
6. Основная заработная плата:	
а) инженерно-технических работников	
б) счетно-конторского персонала	
в) младшего обслуживающего персонала	
7. Дополнительная заработная плата:	
а) инженерно-технических работников (ИТР)	
б) счетно-конторского персонала (СКП)	
в) младшего обслуживающего персонала (МОП)	
8. Начисления на основную и дополнительную заработную плату ИТР, СКП и МОП	

Номер и наименование статьи расхода	
9. Содержание зданий и сооружений:	
а) электроэнергия для освещения	По формуле (296)
б) пар для отопления	» » (299)
в) вода на бытовые нужды	» » (298)
г) материалы и прочие расходы	В процентах от стоимости зданий и сооружений, примерно 3%
10. Амортизационные отчисления:	В процентах от балансовой стоимости
а) зданий и сооружений	2,5—3,2% (в зависимости от конструкции зданий)
б) инвентаря (производственного и хозяйственного)	12%
11. Текущий ремонт зданий и сооружений	В процентах от балансовой стоимости зданий в сооружениях, примерно 2%
12. Содержание, ремонт и возобновление инвентаря	В процентах от его стоимости, примерно 6—8%
13. Разные расходы:	По установленной сумме на одного работающего, примерно:
а) рационализация, усовершенствования и изобретательство	15—25 руб.
б) охрана труда	10—20 руб.
14. Оплата командировок, почтово-телеграфные расходы, канцелярские принадлежности, типографские работы, выписка литературы и др.	По установленной сумме на одного инженерно-технического и счетно-конторского работника, примерно 30—35 руб.
15. Прочие, не предусмотренные предыдущими статьями расходы	В процентах от суммы всех цеховых расходов, примерно 5%

§ 3. СОСТАВЛЕНИЕ СМЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Смета производства представляет собой всю сумму затрат или издержек производства, которые имеют место при изготовлении заданного количества изделий, выпускаемых цехом или заводом.

Эти затраты разделяются на прямые и косвенные (накладные). В прямые входят затраты на основные материалы (включая сюда и технологическое топливо) и основная заработная плата производственных рабочих. В состав косвенных затрат (накладных расходов) входит ряд затрат, связанных с производственным процессом изготовления выпускаемой продукции. Состав и определение косвенных (накладных) расходов изложены выше.

Накладные (косвенные) расходы разделяются на цеховые и общезаводские.

Таким образом, цеховая смета производства заданного количества изделий состоит из следующих основных элементов:

- 1) затраты на основные материалы и технологическое топливо;
- 2) основная заработная плата производственных рабочих;
- 3) цеховые накладные расходы.

Исчисление величины затрат по каждому из указанных элементов было изложено выше.

При исчислении стоимости основных материалов, затрачиваемых на изготовление того или иного изделия, необходимо учитывать стоимость отходов, получающихся при обработке заготовок, которые используются на данном или другом предприятии. Таким образом, стоимость материала, затрачиваемого на изготовление изделия, будет равна стоимости материала заготовки за вычетом стоимости реализуемых отходов.

Для составления общей калькуляции по весу изделий надо общую сумму произведенных затрат разделить на общий вес выпускаемых в год изделий (в тоннах), в результате получатся затраты на 1 *т* годовой продукции.

Если изготавливаются изделия только одного типа, то затраты на одно изделие получатся в результате деления общей суммы всех произведенных затрат на количество выпускаемых в год изделий.

Себестоимость детали представляет собой сумму затрат, приходящихся на производство одной детали (одной штуки). Себестоимость складывается из тех же основных элементов, которые входят в состав сметы производства.

Себестоимость готового выпускаемого изделия определяется путем суммирования себестоимости всех деталей, узлов, агрегатов и других изделий, которые в него входят, и присоединения затрат, связанных с выполнением сборочных работ и работ по окончательной отделке и испытанию выпускаемых изделий.

Таким образом, цеховая себестоимость одной детали или изделия состоит из затрат на материал, основной заработной платы производственных рабочих и цеховых накладных расходов, затрачиваемых на эту деталь или изделие.

Заводская себестоимость одного готового изделия (или 1 *т* готовых изделий) складывается из цеховой себестоимости и общезаводских накладных расходов, приходящихся на одно готовое изделие (или на 1 *т* готовых изделий).

В состав общезаводских накладных расходов входят содержание аппарата заводоуправления и общезаводских лабораторий, содержание общезаводских зданий, сооружений, инвентаря, их текущий ремонт и амортизация, содержание общезаводского транспорта, расходы по рационализации, нормализации и изобретательству, содержание противопожарной и вахтерской охраны, налоги, сборы и др.

Себестоимость изделия или детали является технико-экономическим показателем, характеризующим их металло- и трудоемкость и отчасти их техническую сложность.

Затраты на материалы, потребные на изготовление одного изделия или детали, определяются исходя из веса заготовки и цены единицы веса материала. Род, качество и сорт материала, а также вид заготовки выбираются в соответствии с техническими условиями на изготовление деталей или изделий. Сумма возврата (по установленным ценам) денежных средств за отходы, которые могут быть реализованы, как было сказано, должна быть исключена из себестоимости.

Основная заработная плата производственных рабочих затрачивается непосредственно на обработку деталей (и сборку изделия) и в зависимости от основной заработной платы исчисляются некоторые цеховые расходы. Сравнивая себестоимость механической обработки детали (из одной и той же заготовки) при различных методах обработки, можно по величине себестоимости судить о рациональности выбранного метода. Чем меньше себестоимость обработки, тем, очевидно, рациональнее технологический процесс. Выбирая наиболее экономичный метод обработки, необходимо в то же время обеспечить выполнение технических требований, предъявляемых к детали и изделию.

Себестоимость обработки детали или изделия складывается из основной заработной платы производственных рабочих и накладных расходов. Величина заработной платы за обработку одной детали равна произведению заработной платы в единицу времени (час или минута) на время обработки одной детали. Таким образом, время обработки является одним из главных факторов, определяющих себестоимость обработки; поэтому при сопоставлении двух или нескольких методов обработки нужно выбирать тот из них, который, обеспечивая выполнение определенных технических

условий, требует меньшей затраты времени и меньшей себестоимости обработки.

Величина цеховых накладных расходов существенно влияет на себестоимость обработки. Некоторые накладные расходы зависят непосредственно от применяемых методов обработки и используемого станка; другие же связаны главным образом с эксплуатацией цеха и исчисляются в зависимости от основной заработной платы производственных рабочих. (Влияние того или иного вида накладных расходов на себестоимость обработки было рассмотрено в гл. III при изложении вопроса о выборе оборудования.)

При составлении сметы производства и исчислении проектной себестоимости изделий следует указывать, помимо суммы затрат по каждому основному элементу (затраты на основные материалы, основная заработная плата производственных рабочих, накладные расходы), также величину процентного отношения затрат по каждому элементу к общей сумме затрат.

§ 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕХА И ЗАВОДА

Чтобы составить полное представление о производственной мощности предприятия или отдельных его цехов, для сопоставления фактических итогов их работы с планом и с итогами работы за прошлые периоды, для сравнения однородных предприятий или цехов между собой и с наиболее передовыми в техническом отношении, наконец, для проверки экономической целесообразности разработанных проектов необходимо иметь комплекс числовых данных, скомпонованных в единую систему и достаточно полно характеризующих экономику предприятия или цеха как в «статике» (площади, оборудование, основные средства), так и в «динамике» (выпуск продукции, оборотные средства, себестоимость).

Такой комплекс числовых данных называется системой технико-экономических показателей. Номенклатура этих показателей для разных отраслей промышленности различна; они отражают специфику данного производства.

Технико-экономические показатели делятся на две основные группы:

1) исходные (абсолютные) и 2) производные (относительные или удельные).

Исходные (абсолютные) показатели являются основными величинами, характеризующими производственную мощность предприятия или отдельных цехов.

Производные (относительные или удельные) показатели выражают величины, отнесенные к какой-либо единице к одному человеку, к единице оборудования, к одному рублю, к одному квадратному метру площади и т. д. Они выводятся на основе исходных (абсолютных) показателей.

Производные показатели дают возможность сравнивать спроектированный цех или завод как с существующими, так и с другими спроектированными цехами и заводами. Выведенные на основе рационально спроектированных цехов или заводов и проверенные на опыте образцово поставленного предприятия, дающего надлежащий технико-экономический эффект, эти показатели могут служить нормами для проектирования. Располагая такими проверенными показателями для каждой отрасли машиностроения и соответствующего вида производства, можно значительно упростить задачу проектирования и ускорить ее выполнение.

Излагаемая далее система технико-экономических показателей составлена для машиностроительного завода и его механических и сборочных цехов, она объединяет показатели, необходимые для технико-экономического анализа в составе, вполне достаточном для всех стадий проектирования.

А. Исходные (абсолютные) показатели

Л Выпуск

1. Род производства; наименование, тип, размер и вес единицы изделий, для изготовления которых проектируется цех или завод.

2. Годовой выпуск изделий: а) в штуках; б) тоннах; в) лошадиных силах (для производства двигателей); г) в рублях.

II. Основные средства

3. Общая величина основных средств цеха или завода в рублях, в том числе:

а) здания и сооружения (с водопроводом, канализацией, отоплением, вентиляцией, освещением и пр.);

б) оборудование (технологическое, энергетическое, подъемно-транспортное и пр.) и инструмент;

в) инвентарь.

III. Производственное оснащение

4. Общая внутренняя площадь цеха или завода в квадратных метрах, в том числе: а) производственных отделений; б) вспомогательных отделений и в) обслуживающих помещений.

5. Наружная площадь здания цеха или всех производственных зданий завода в квадратных метрах.

6. Внутренний и наружный объем цеха (кубатура) в кубических метрах.

7. Оборудование:

а) технологическое — количество станков в цехе, количество автоматических линий, количество единиц оборудования на заводе;

б) вспомогательное — количество подъемных кранов и электродвигателей для них, а также других транспортных средств (конвейеров, рольгангов и т. п.)

8. Общая мощность станочного оборудования — для цеха, производственного оборудования — для завода, в киловаттах.

9. Общая мощность электродвигателей кранового оборудования в киловаттах и общая грузоподъемность его в тоннах, в цехе или на заводе.

IV. Рабочий состав (цеха или завода)

10. Количество занятых рабочих: а) производственных; б) вспомогательных; в) младшего обслуживающего персонала.

11. Количество служащих: а) инженерно-технического персонала; б) счетно-контровского персонала.

V. Годовые издержки производства (цеха или завода)

12. Фонд всей заработной платы в рублях.

13. Фонд заработной платы производственных рабочих в рублях.

14. Фонд заработной платы всех рабочих в рублях.

15. Общая сумма цеховых расходов в рублях.

VI. Оборотные средства (цеха или завода)

16. Сумма оборотных средств.

17. Сумма средств, вложенных в незавершенное производство.

VII. Режим работы цеха (завода)

18. Количество рабочих дней в году.

19. Количество работающих смен в сутки и количество рабочих часов в смену.

I. Годовой выпуск продукции по себестоимости (цеха или завода)

1. Выпуск, приходящийся на одного производственного рабочего в рублях.

2. Выпуск — на одного списочного рабочего в рублях (под списочным числом рабочих подразумевают общее количество производственных и вспомогательных рабочих).

3. Выпуск — на одного работающего в рублях (под количеством работающих подразумевают общее число производственных и вспомогательных рабочих, младшего обслуживающего персонала и служащих).

Показатели 1—3 исчисляются путем деления годового выпуска продукции, выраженного в рублях, на соответствующее количество производственных или списочных рабочих или на количество работающих; эти показатели являются основными и характеризуют **п р о и з в о д и т е л ь н о с т ь т р у д а р а б о ч и х** в денежном выражении.

4. Выпуск, приходящийся на 1 руб. основных средств цеха или завода в рублях (исчисляется путем деления годового выпуска продукции, выраженного в рублях, на стоимость основных средств цеха или завода в рублях).

5. Выпуск, приходящийся на 1 руб. стоимости оборудования в рублях (исчисляется путем деления годового выпуска продукции, выраженного в рублях, на стоимость оборудования цеха или завода в рублях).

Показатели 4 и 5 характеризуют **и с п о л ь з о в а н и е** всех основных средств и, в частности, средств, вложенных в оборудование, т.е. характеризуют эффективность использования основных средств. Несмотря на условность этого показателя, в значительной степени зависящего от вида и характера производства, им пользуются для сравнительной оценки спроектированного цеха или предприятия. Он является достаточно характерным и показательным только при сравнении цехов и предприятий аналогичных производств.

6. Выпуск, приходящийся на 1 м^2 производственной площади в рублях, отнесенный к одной смене.

7. Выпуск, приходящийся на 1 м^2 всей площади в рублях, отнесенный к одной смене.

Показатели 6 и 7 характеризуют **и с п о л ь з о в а н и е** площади выпуском продукции, выраженным в рублях.

8. Выпуск, приходящийся на 1 руб. заработной платы производственных рабочих.

9. Выпуск на 1 руб. заработной платы всех рабочих.

10. Выпуск на 1 руб. заработной платы всех работающих.

Показатели 8—10 характеризуют **и с п о л ь з о в а н и е** фонда заработной платы.

11. Выпуск на один станок — для цеха, на единицу оборудования для завода в рублях.

Этот показатель является одним из основных; он характеризует **и с п о л ь з о в а н и е** оборудования.

II. Годовой выпуск продукции, выраженный в тоннах или штуках (цеха или завода)

12. Выпуск, приходящийся на одного производственного рабочего, на одного списочного рабочего, на одного работающего, выраженный в тоннах или штуках изделий.

Эти показатели характеризуют **п р о и з в о д и т е л ь н о с т ь т р у д а**, выраженную в тоннах или штуках.

13. Выпуск, приходящийся на 1 M^2 производственной площади и на 1 M всей площади в тоннах или штуках, отнесенный к одной смене.

Эти показатели характеризуют использование площади выпуском продукции, выраженным в тоннах или штуках.

14. Выпуск, приходящийся на один станок в тоннах или штуках.

Этот показатель характеризует использование оборудования выпуском продукции, выраженным в тоннах или штуках.

III. Основные средства в рублях (цеха или завода)

15. Основные средства в рублях, приходящиеся на 1 руб. выпуска готовой продукции в год.

Этот показатель исчисляется путем деления стоимости основных средств (в рублях) на годовой выпуск готовой продукции (в рублях). Этот показатель является величиной обратной показателя 4 (п. Б).

16. Основные средства в рублях на одного производственного рабочего, на одного списочного рабочего, на одного работающего наибольшей смены.

17. Основные средства в рублях, вложенные в оборудование, приходящиеся на одного производственного рабочего наибольшей смены.

Величина основных средств, выраженная в рублях, и в том числе средств вложенных в оборудование, приходящаяся на одного производственного рабочего в наибольшую по численности смену, является показателем средств и технической вооруженности труда в данном цехе (заводе). Этот показатель получается делением всей суммы основных средств (в рублях) на общее количество производственных рабочих по цеху и умножением полученного числа на коэффициент сменности. Приведение к одной (наибольшей по численности) смене необходимо потому что на том же оборудовании работают и остальные смены; если не сделать поправки на сменность, то получится, например, что с введением второй смены показатель средств и технической вооруженности труда уменьшается вдвое что конечно, неверно: он останется стабильным

18. Структура основных средств по элементам в процентах: а) зданий и сооружений; б) оборудования; в) инвентаря. Примерное распределение общей суммы основных средств в процентах соответственно: а) 35—40%—о; б) 50—60%; в) 1—2%.

IV. Использование площадей и оборудования (цеха или завода)

а) Использование площадей.

19. Производственная площадь в квадратных метрах, приходящаяся на один станок — для цеха, на единицу оборудования — для завода.

20. Общая площадь производственных и вспомогательных отделений в квадратных метрах, приходящаяся на один станок — для цеха, на единицу оборудования — для завода.

21. Производственная площадь в квадратных метрах на одного производственного рабочего наибольшей по численности смены.

22. Общая площадь производственных и вспомогательных отделений в квадратных метрах, приходящаяся на одного производственного рабочего и на одного списочного рабочего наибольшей по численности смены

Показатели 19—22 характеризуют, с одной стороны, использование площади для расположения станков (оборудования) и рабочих мест — плотно или свободно, с другой стороны — санитарно-гигиенические условия для работающего персонала в отношении света, воздуха, чистоты, удобства работы, пользования транспортом и пр., что не может быть обеспечено при чрезмерно плотном расположении оборудования и рабочих мест

23. Процентное соотношение площадей различных отделений цеха,

а) Использование оборудования.

24. Средняя установленная мощность одного станка или единицы производственного оборудования в киловаттах.

25. Установленная мощность станочного или производственного оборудования в киловаттах в среднем на одного производственного рабочего в наибольшую по численности смену (энерговооруженность).

Средняя установленная мощность электродвигателей станочного или производственного оборудования на одного производственного рабочего в наибольшую по численности смену есть основной показатель энерговооруженности труда, рассматриваемый рядом с показателем средств и технической вооруженности; приведение его к наибольшей по численности смене необходимо по высказанным выше соображениям.

26. Расход силовой энергии в киловатт-часах на одного производственного рабочего.

27. Средний коэффициент загрузки оборудования по времени.

28. Средний коэффициент использования станков по основному времени.

29. Средний коэффициент загрузки оборудования по мощности.

30. Коэффициент сменности по цеху.

Коэффициент сменности — показатель режима работы цеха; он является одновременно весьма важным показателем использования основных средств и производственной мощности завода; некоторые показатели без поправки на сменность не характерны. Этот коэффициент определяется делением общего списочного количества рабочих на количество рабочих в наибольшей многочисленной (обычно первой) смене; таким образом, он может колебаться от 1,0 (для одной смены) до 3,0 (для трех полных смен), практически же бывает не более 2,7—2,8.

31. Количество станко-часов на 1 шт. или 1 *м* готовой продукции. Этот показатель характеризует станкоемкость изделия по времени технологического процесса, т. е. затрату времени в станко-часах на изготовление 1 шт. или 1 *м* продукции. Последний показатель связан взаимозависимостью с показателем выпуска в тоннах на один станок при определенном действительном годовом фонде времени работы станка [см. формулы (184) и (185)].

32. Количество человеко-часов на 1 шт. или 1 *м* годовой продукции.

33. Этот показатель характеризует трудоемкость 1 шт. или 1 *м* изделий.

При многостаночном обслуживании трудоемкость и станкоемкость не равнозначны; в этом случае трудоемкость равна станкоемкости, деленной на коэффициент многостаночности.

V. Рабочий состав (цеха или завода)

33 Структура рабочего состава — процентное отношение состава рабочих и служащих к количеству производственных рабочих и к общему количеству работающих.

34. Средний разряд всего состава рабочих.

35. Средний разряд состава производственных рабочих.

36. Средний месячный заработок одного рабочего всех категорий.

37. Средний месячный заработок одного производственного рабочего.

38. Средний месячный заработок одного счетно-конторского работника.

39. Средний месячный заработок одного инженерно-технического работника.

VI. Уровень механизации и автоматизации производства

40. Степень охвата рабочих механизированным трудом.

41. Уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах.

42. Уровень механизации и автоматизации производственных процессов.

Метод исчисления этих показателей см. в гл. III, § 11.

VII. Себестоимость цеховая и заводская

43. Себестоимость 1 *т* готовой продукции.

44. Себестоимость 1 шт. готовых изделий.

45. Себестоимость 1 *л. с.* (при производстве двигателей).

Показатели 40—42 являются весьма важными, как уже было выше отмечено, они характеризуют металло- и трудоемкость и, в известной степени, техническую сложность продукции и т. п. Без этих показателей все остальные показатели неполноценны.

46. Структура цеховой себестоимости в процентном отношении: а) затраты на материал; б) основная заработная плата производственных рабочих; в) цеховые накладные расходы.

47. Структура заводской себестоимости в процентном отношении: а) затраты на материал; б) основная заработная плата производственных рабочих; в) цеховые накладные расходы; г) общезаводские накладные расходы.

Структура цеховой и заводской себестоимости характеризует удельные значения в себестоимости продукции указанных слагаемых: затрат на материалы, основной заработной платы производственных рабочих, цеховых и общезаводских накладных расходов. Данные показатели характеризуют продукцию в отношении затрат на материалы и ее трудоемкости, одновременно выявляя удельное значение накладных расходов в себестоимости.

48. Цеховые накладные расходы в процентах: а) к основной заработной плате производственных рабочих и б) ко всей заработной плате.

49. Общезаводские накладные расходы в процентах: а) к основной заработной плате производственных рабочих и б) ко всей заработной плате.

Процентное отношение цеховых и общезаводских расходов к основной заработной плате производственных рабочих является общепринятым показателем накладных расходов, так как эти расходы распределяются пропорционально основной заработной плате, приходящейся на изделие. Сама по себе величина процентного отношения накладных расходов по отношению к основной заработной плате производственных рабочих еще не показательна, так как большая величина этого процентного отношения может быть результатом не только недостатков организации производства, но и высокой автоматизации. Колебания величины этого отношения в одном и том же цехе или предприятии, а также сопоставление этих величин для двух аналогичных цехов или предприятий дают ценный материал для анализа их работы и выявления дефектов в их организации.

Надо отметить, что показатели в проектах для механического цеха и для сборочного цеха иногда дают в виде общих величин для механосборочного цеха.

Такого рода общие показатели не характерны, так как по ним трудно производить сопоставление цехов и невозможно составить характеристику каждого цеха в отдельности, тем более, что один из этих цехов — механический — всегда имеет значительное количество оборудования (средства, затраченные на оборудование, составляют 60—65%, а иногда и более суммы всех основных средств), в то время как сборочный цех при единичном и серийном производстве имеет очень мало оборудования, которое к тому же является относительно недорогим и несложным.

Исчисление показателей выпуска (в рублях и тоннах) сборочного цеха следует производить исходя из себестоимости и веса собранной машины. Исчисленные таким образом показатели являются условными, так как себестоимость собранной машины определяется в большей мере затратами других цехов, чем сборочного; точно так же вес собранной машины складывается из веса деталей, изготавливаемых в других цехах, а не в сборочном.

В сборочном же цехе эти детали не изготавливаются, а только собираются, и к весу этих деталей добавляется только вес (сравнительно незначительный) покупных деталей и всякого рода аппаратуры, которая ставится на собираемую машину. Таким образом, себестоимость и вес выпускаемой продукции лишь условно относятся к сборочному цеху.

Приведенная номенклатура технико-экономических показателей обширна, и в таком составе (или несколько меньше) она необходима для подробного анализа экономической эффективности спроектированных или действующих предприятий крупных масштабов для сравнения их производственной деятельности. Часто в реальных, а тем более учебных проектах ограничиваются выводом только основных показателей (производных), к числу которых относятся показатели 1, 3, 4, 6, 11, 16, 19, 22, 24, 25, 27, 31,32,34,41,43,45 или выводится еще меньшее количество показателей.

К числу основных показателей, характеризующих эффективность капитальных вложений, относятся:

1. Размеры капитальных вложений на единицу выпускаемой продукции (или удельные капитальные вложения). Они исчисляются как частное от деления суммы капитальных затрат, необходимых на строительство данного предприятия (т. е. сметной стоимости строительства), на годовой выпуск продукции в натуральном выражении — для предприятий с выпуском однородной продукции или в денежном выражении (на 1000 руб. выпуска товарной продукции) — для предприятий с разнообразной номенклатурой изделий.
2. Производительность труда работающих, которая определяется годовым выпуском готовой продукции на одного списочного работающего в натуральном или денежном выражении.
3. Себестоимость единицы продукции.
4. Рентабельность работы завода, которая выражается отношением годовой прибыли предприятия к проектной себестоимости продукции и к проектным основным фондам. (Годовая прибыль предприятия как разница между отпускной ценой продукции и ее проектной себестоимостью.)
5. Срок окупаемости капитальных затрат, который исчисляется путем деления суммы капитальных затрат на проектную годовую экономию от снижения себестоимости (нормативы см. в табл. 49).

Таблица 49

Нормативные сроки окупаемости и коэффициенты экономической эффективности капитальных вложений на мероприятия по новой технике (установлены временно методикой Госплана СССР и Академии Наук СССР, изд. 27, 1962 г.)

Отрасли	Срок окупаемости	Коэффициент эффективности
Металлургия (черная и цветная).....	7	0,14
Энергетика	7—10	0,14—0,1
Угольная, нефтяная и газовая промышленность.....	5	0,2
Машиностроение.....	3—5	0,33—0,2
Химическая промышленность.....		
Легкая промышленность		
Строительство и промышленность строительных материалов	6 10	0,17 0,1

П р и м е ч а н и е . Коэффициенты эффективности являются величиной, обратной срокам окупаемости.

Решающие показатели — минимальная себестоимость, наивысшая рентабельность и, следовательно, минимальный срок окупаемости средств, затраченных на строительство завода или цеха (здания или сооружения).

Номенклатура наиболее характерных показателей для разных цехов приведена в соответствующих главах. Примерные величины некоторых тех-

Некоторые технико-экономические показатели механических цехов тяжелого машиностроения

$$\begin{array}{c} \text{O.O.B. } \theta \\ \text{C.F. } K^{\text{L.O}} \\ \text{o.e.} \\ \wedge * \theta \\ \Pi \Pi -B C \end{array}$$

Производство
лопаток паровых
и газовых турбин
мощностью до
50 000 кет; серий-
ное производство

 $(\blacksquare \quad \circ \quad \circ)$

5°OX
 6 я ч И с
 а^а1^с

Паровые и газовые турбины до 50 000 кВт; мелкосерийное производство

И О Я Ч
О «О Ч С
ГОИО

а £ κ § §
 ■ £55&
 ^ 3 §: 1
 H O Ч:
 с(сa.1

$$\ddot{Y} = \frac{\dot{X}}{X} \left(\frac{\dot{O}}{O} \right) - \frac{\ddot{X}}{X} \frac{O}{\dot{O}}$$
 $\sum_i$ Б. 5 4
ей сс

১৮৮৩

О
В
Г
а»
О
К
ТО
Н
О

$$\begin{array}{c} \beta^* \\ \text{CO} \\ 3 \\ 0 \\ 4 \\ \text{C OCH}_3 \\ \text{O}^* \\ \text{O}^* \\ \text{O o} \\ \text{o } \mathcal{L}_{\text{a}} \end{array}$$
$$X^{\mathbf{K}}$$
$$a \geq b$$

я
к
а
СП
к
к
са
Λ 2⁸
2⁵
x_y
ca a-
o c
a.
>>
X^u

$$\begin{array}{c} =\Gamma \\ \text{я} \\ \text{X} \\ \text{X} \\ \text{«}=\text{<} \end{array}$$
$$\begin{array}{c} \frac{0}{>} \frac{1}{>} \\ a. \\ \frac{0}{0} \\ \frac{K}{*} \\ \frac{C}{>} \frac{Q}{>} \\ a. \end{array}$$

О.
О.
Я
со
К
К

$$\mathbb{B}_*$$
$$\frac{V_{i0}}{V_{05}}$$

нико-экономических показателей для механических цехов автомобильного производства приведены в табл. 50, для механических цехов тяжелого машиностроения — в табл. 51.

§ 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АВТОМАТИЧЕСКИХ СТАНОЧНЫХ ЛИНИЙ

В экономическую часть технологического проекта автоматической линии входит разработка следующих основных вопросов:

- 1. Величина капитальных затрат.
- 2. Себестоимость единицы выпускаемых изделий.
- 3.1 Срок окупаемости капитальных затрат.

По этим показателям и показателю производительности проектируемой автоматической линии, т. е. по выпуску продукции в единицу времени (который зависит от методов обработки и определяется в технологической части проекта линии), путем сопоставления с аналогичными показателями неавтоматизированного производства той же продукции определяется экономическая эффективность применения автоматической линии.

Величина капитальных затрат определяется стоимостью оборудования — металлообрабатывающего, транспортно-загрузочного, контрольного, упаковочного, электрооборудования и прочих устройств со всем необходимым оснащением. Если для размещения автоматической линии необходимо строительство нового здания (или реконструкция существующего), то затраты на них должны быть включены в общую сумму капитальных затрат. Затраты на проектирование и освоение автоматической линии также включаются в сумму капитальных затрат.

При подробных расчетах стоимость оборудования, оснащения и всех устройств определяется путем составления смет, при этом используются ценники, прейскуранты, каталоги и пр.

При укрупненных расчетах стоимость проектируемой автоматической линии определяют по средневзвешенной (нормативной) себестоимости (в руб.) одного килограмма веса всего оборудования автоматической линии, которая определена ЭНИМСом* на основании длительной практики проектирования автоматических линий. В эту нормативную стоимость включены затраты на проектирование и освоение линий.

Примерная себестоимость 1 кг веса всего оборудования (включая все оснащение) автоматических линий комплексной механической обработки приведена в табл. 52, а автоматических линий из агрегатных станков в табл. 53.

Таблица 52

Примерная себестоимость оборудования автоматических линий
комплексной механической обработки

Оборудование	Коммерческая себестоимость 1 кг, руб.	Удельный вес отдельных видов оборудования в полной себестоимости, %
Всего оборудования линии	2,9	100,0
в том числе:		
металлообрабатывающее	2,7	47,2
транспортно-загрузочное	2,1	15,4
контрольное	6,8	9,4
упаковочное	5,5	6,2
электрооборудование	2,6	0,9
прочее	3,2	20,9

* — Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков.

Примерная себестоимость оборудования автоматических линий из агрегатных станков

Оборудование	Коммерческая себестоимость 1 лк, руб.	Удельный вес отдельных «шагов» оборудования в полной себестоимости, %
Всего оборудования линии	1,3	100
в том числе:		
станочное	1,2	83,5
прочее	2,0	16,5

Для определения отпускной цены автоматической линии к подсчитанной по нормативам полной себестоимости прибавляются 5% плановых накоплений.

Для определения полной суммы затрат на устройство автоматической линии необходимо к отпускной цене прибавить затраты на монтаж и транспортирование линии в размере примерно 10—12% от отпускной цены.

Общий вес автоматической линии определяется по весу отдельных станков, транспортных и других устройств, входящих в состав линии, который принимается по каталогам, прейскурантам, паспортам оборудования.

Себестоимость единицы выпускаемых с автоматической линии изделий определяется суммой затрат на основной материал (заготовку), заработную плату производственных рабочих и накладные расходы, относящиеся к автоматической линии.

Стоимость материала или заготовки подсчитывается обычным способом, причем учитывается стоимость реализуемых отходов, которая вычитается из стоимости заготовки (материала).

Производственными рабочими на автоматических линиях считаются операторы, наладчики, контролеры. Количество их устанавливается в зависимости от технической характеристики и особенностей проектируемой линии: количество и характер оборудования, загрузочно-транспортных, контрольных и других устройств, степень автоматизации и т. д.

Количество операторов определяется на основании расстановки их по рабочим местам для загрузки и разгрузки деталей или на основании технических норм затраты времени. Количество наладчиков оборудования линии устанавливается исходя из норм обслуживания числа единиц оборудования, принятых для поточного производства, но несколько уменьшенных, примерно на 15—20%. Количество контролеров принимается по практическим данным в зависимости от принятой на линии системы контроля деталей.

Заработная плата указанных категорий производственных рабочих автоматических линий подсчитывается исходя из их количества, необходимого для нормальной работы линий, и тарифных ставок (для повременной оплаты) в соответствии с установленными разрядами рабочих. Разряд наладчиков оборудования автоматических линий принимается 5—6-й, контролеров — 4—6-й, операторов — 3—5-й.

На основе приведенных данных рассчитывают годовой фонд основной заработной платы указанных категорий рабочих линий и, прибавив к этому фонду доплаты и начисления, исчисленные, как указано в § 2 п. Б настоящей главы, получают общую сумму годового фонда заработной платы рабочих автоматической линии.

Количество инженерно-технических работников при автоматизированном производстве принимается в размере примерно 15—20%, счетно-контрольного персонала — 2—3% (учитывая механизацию счетных работ) от общего количества рабочих автоматических линий.

Состав накладных расходов для автоматических линий в основном остается таким же, как было указано выше; наиболее существенными статьями, имеющими наибольшее значение, являются затраты на электроэнергию, сжатый воздух, эксплуатацию инструмента, вспомогательные и смазочные материалы, амортизацию, ремонт оборудования линии.

Затраты на силовую электроэнергию исчисляются по формуле (296), а годовая потребность — по формуле (281); затраты на сжатый воздух по формуле (297), а годовая потребность — по формуле (287); затраты на смазочные и вспомогательные материалы определяются по нормам расхода и прейскурантным ценам, при укрупненных расчетах эти затраты принимают в размере 1,5—2% от стоимости основных материалов.

Амортизационные отчисления для автоматических станочных линий принимаются в размере 12,2% от их балансовой стоимости, электродвигателей — в размере 10,2%.

Затраты на ремонт оборудования линии при укрупненных расчетах в среднем принимают равными 4% от стоимости линии.

Затраты по эксплуатации инструмента, не входящего в состав основных средств, принимаются по установленным нормативам или приближенно при укрупненных расчетах — в размере 4—5% от первоначальной стоимости.

В числе факторов, определяющих экономическую эффективность автоматических линий, важное значение имеет срок окупаемости капитальных вложений (основных средств), произведенных на строительство автоматической линии. Срок окупаемости, т. е. число лет $T_{\text{о.}}$ в течение которых окупаются затраты на оборудование и строительство линии, можно определить по формуле

$$T_{\text{о.}} = \frac{K}{(51 - B_2) \cdot BI} \quad (305)$$

где $\frac{K}{(51 - B_2)}$ — капитальные вложения (основные средства) на проектируемую автоматическую линию, руб.;

51 — себестоимость изделия при производстве на поточной линии (или непоточной), руб.;

52 — себестоимость изделия при производстве на автоматической линии, руб.;

N — количество изделий, изготавливаемых в год, шт.

Если величину K выразить как дополнительные капитальные вложения, т. е. как разность стоимости оборудования проектируемой автоматической линии K_2 и стоимости оборудования поточной линии K_1 (базового, или другого завода, или проектируемого как вариант), то формула (305) приобретет следующий вид:

$$T_{\text{о.}} = \frac{K_2 - K_1}{(51 - B_2) \cdot BI} \quad (306)$$

Коэффициент экономической эффективности представляет собой величину, обратную $T_{\text{о.}}$, т. е. он равен

$$T_{\text{о.}}^{-1} = \frac{1}{T_{\text{о.}}} = \frac{(51 - B_2) \cdot BI}{K_2 - K_1} \quad (307)$$

Нормативный срок окупаемости автоматических линий для машиностроительной промышленности установлен от 3 до 5 лет и соответственно нормативный коэффициент экономической эффективности $K_{\text{э}}$ — от 0,33 до 0,2.

Если окажется, что результаты расчетов по проектируемой автоматической линии значительно отступают от указанных нормативных величин, необходимо внести соответствующие изменения в принятые решения и расчеты автоматической линии.

Одним из экономических показателей является показатель роста производительности труда. Для определения этого показателя производится сравнение производительности труда на проектируемой автоматической линии и на существующем производстве (на базовом или другом заводе). Производительность труда определяется (как для проектируемой автоматической линии, так и для сравниваемого существующего предприятия) делением годового выпуска продукции, выраженного в рублях (или штуках изделий), на общее количество работающих соответственно на проектируемой линии и на сравниваемом предприятии, т. е. годовым выпуском продукции, выраженным в рублях (или штуках), приходящимся на одного работающего. Показатель роста производительности труда K_{II} в процентах можно выразить формулой

$$K = \frac{N_a}{N_{сущ}} \cdot 100 \quad (308)$$

где N_a — производительность труда на проектируемой автоматической линии, руб. (или шт.);

$N_{сущ}$ — производительность труда на существующем (сравниваемом) предприятии, руб. (или шт.).

После проведения необходимых расчетов, определяющих технико-экономическую эффективность проектируемой автоматической линии, необходимо результаты этих расчетов сопоставить с технико-экономическими показателями других действующих или спроектированных линий и сделать окончательный вывод о целесообразности осуществления проекта автоматической линии.

ГЛАВА XXII. СОСТАВ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА ЦЕХА

Для успешного выполнения проекта цеха в заданный срок необходимо составлять календарный план разработки проекта. Для этого все работы по проекту надо разбить на части, которые выполняются в определенной последовательности, диктуемой ходом расчета; части, которые могут выполняться одновременно с другими, разрабатываются параллельно.

(Достав проекта в той или другой его стадии предопределяет возможность дифференциации работы, последовательного и параллельного выполнения отдельных его частей. Календарный план выполнения проектных работ удобно изображать в виде графиков, дающих возможность следить за ходом этих работ и увязывать последовательность стадий проектирования в ходе разработки.

Рассмотрим состав и содержание основных частей проекта механического и сборочного цехов как наиболее типового; в значительной мере эти сведения распространяются и на другие цехи.

Проект механического и сборочного цехов можно разделить на следующие Основные части:

1. Задание на проектирование и производственная программа цеха.
2. Технологическая и конструктивная часть проекта с расчетами.
3. Расчетная часть проекта, относящаяся к механическому и сборочному цехам (оборудование, технологическое оснащение, рабочий состав, площадь).
4. План расположения оборудования и общая компоновка цеха с разработкой основных данных для проектирования строительной части.
5. Разработка заданий для проектирования энергетической, санитарно-технической и других специальных частей проекта.
- С* Организация производства и управления цехом.
7. Вопросы техники безопасности и противопожарной техники.
8. Экономическая часть проекта, включающая технико-экономические показатели.
9. Объяснительная записка к проекту.

Применительно к условиям дипломного проектирования в высших технических учебных заведениях машиностроительной специальности (а в значительной мере и в условиях реального проектирования) содержание указанных основных частей проекта механического и сборочного цеха заключается в следующем.

Задание на проектирование и производственная программа цеха

Эта часть проекта должна содержать:

- 1, Номенклатуру изделий, их количество, вес, цену и годовой выпуск в отпускных ценах.
- 2, Краткое описание и анализ конструкции предполагаемых к выпуску изделий.

3. Рабочие чертежи деталей с указанием допусков и классов чистоты обработки, сборочные чертежи узлов и всего изделия.

4. Чертежи заготовок, на которые разрабатывается технологический процесс.

5. Ведомость чистых и черных весов деталей на годовую программу с указанием вида заготовок (литье, поковка, штамповка, прокат) и с указанием веса отходов.

6. Технические условия на изготовление выпускаемых деталей и изделий, на которые проектируется технологический процесс.

7. Спецификация деталей.

В задании должен быть указан режим работы цеха.

Технологическая и конструктивная часть проекта (с расчетами)

Эта часть проекта должна содержать:

А. 1. Разработку рабочих чертежей заготовок для деталей с расчетом и указанием припусков, обеспечивающих наименьший вес деталей, и допусков на размеры заготовок; допусков и классов точности и чистоты обработки деталей, а также рабочие чертежи сборочного узла.

2. Анализ конструкций основных, наиболее трудоемких деталей с точки зрения их технологичности и в необходимых случаях внесение в конструкции соответствующих изменений; в подобных случаях должен быть произведен поверочный расчет измененной конструкции.

3. При конструировании новых машин:

улучшение эксплуатационных показателей машин, особенно повышение их производительности и экономичности, увеличение ресурса работы (долговечности), снижение веса, внедрение элементов автоматизации в управление машиной, обеспечение высокой технологичности конструкции машины, ее узлов и деталей.

Б. Разработку технологического процесса механической обработки деталей: при проектировании по «точной» программе — всех основных деталей, при проектировании по «приведенной» программе — типовых деталей.

В целях повышения производительности труда и снижения себестоимости при обеспечении точности и качества обработки в соответствии с техническими условиями на изделие разработка технологии должна предусматривать механизацию и автоматизацию процесса, применение передовых методов труда.

Разработанный технологический процесс должен содержать:

а) технологические карты механической обработки деталей по установленной форме с эскизами технологических наладок по переходам (позициям) и нормой времени на обработку. В картах обработки указываются план и способ обработки по операциям, необходимый станок с его технической характеристикой, приспособления, режущий и измерительный инструмент, режимы резания, время, необходимое на обработку по каждой операции, с подразделением на основные элементы;

б) расчеты и определения режимов резания по нормативным материалам;

в) расчеты времени обработки или определение его по нормативам, разряд работы;

г) чертежи, иллюстрирующие технологические процессы обработки по операциям или переходам, позициям (технологические наладки к операционным и инструкционно-нормировочным картам) с изображением настройки станков, базирования и крепления деталей, положения и крепления рабочего инструмента, с указанием режимов резания, размеров и чистоты обрабатываемых поверхностей и краткого наименования операций, переходов и станков;

д) расчеты, связанные с определением погрешностей базирования, точности и чистоты обработки;

е) сокращенные операционные карты на детали, на которые не составляются подробные карты обработки;

ж) чертежи и эскизы разработанных конструкций приспособлений, применяемых в проектируемом технологическом процессе для обработки и контроля с расчетом основных элементов приспособлений и изображением схемы действующих сил; при проектировании приспособлений необходимо стремиться к созданию наиболее совершенных и производительных конструкций — многостенных, поворотных, пневматических, гидравлических, пневмогидравлических, электрических, автоматических;

з) чертежи и эскизы разработанных конструкций специальных режущих и измерительных инструментов, применяемых в проектируемом технологическом процессе с соответствующими расчетами.

В. Разработку технологического процесса сборки узла (механизма) [в том случае, когда в механическом цехе организована работа по законченному циклу, при котором в конце поточной линии механической обработки деталей производится из этих деталей сборка узла (механизма) и таким образом с поточной линии выпускаются не отдельные детали, а собранные узлы], который должен содержать:

а) технологические карты и схемы сборки, в которых указываются план и способ сборочных и слесарных работ с чертежами (эскизами) по операциям или переходам; необходимые приспособления и инструменты; время, необходимое на выполнение операций; разряд работы;

б) ведомости потребного времени на узловую и общую сборку;

в) чертежи и эскизы разработанных конструкций приспособлений, применяемых в проектируемом технологическом процессе для сборки и контроля, с соответствующими расчетами.

В целях обеспечения высокой производительности труда и снижения себестоимости продукции при достижении необходимой точности и качества сборки в соответствии с техническими условиями технологический процесс сборки должен предусматривать применение наиболее прогрессивных методов: применение приспособлений, механизмирующих и автоматизирующих процесс сборки и процесс контроля, применение механизированного, электрического, пневматического инструмента; применение механизированных грузоподъемных и транспортных устройств и т. д.

В обоснование принятых в проекте технологических и конструктивных решений должны быть приведены все необходимые расчеты, а именно:

а) расчеты на прочность деталей, подлежащих изготовлению в цехе, конструкция которых изменяется в связи с технологией их изготовления;

б) расчеты, связанные с установлением размеров заготовок — припуски и допуски на размеры заготовок;

в) расчеты по определению элементов режимов резания металла;

г) расчеты норм времени на обработку деталей (и сборку узлов);

д) расчеты, связанные с определением погрешностей базирования, точности и чистоты обработки;

е) расчеты сил зажатия деталей в приспособлениях, расчеты на прочность элементов приспособлений для обработки, контроля (сборки);

ж) расчет конструкций специального режущего инструмента, а в необходимых случаях и измерительного.

Общие расчеты, относящиеся к проекту цеха

Эта часть должна содержать:

1. Расчеты количества оборудования, потребного для выполнений производственной программы:

а) расчет поточной (обычной) линии или автоматической линии станков;

- б) расчеты количества оборудования по технологическому процессу и технико-экономическим показателям;
- в) таблицы загрузки станков (по времени);
- г) определение коэффициентов загрузки станков (по времени), коэффициентов использования станков по основному времени, коэффициентов использования станков по мощности;

д) ведомости основного и вспомогательного (для заточного, заготовительного и других отделений) оборудования с технической характеристикой и балансовой стоимостью его.

2. Расчет поточной линии сборки узла (если это входит в состав цеха), количества сборочных и рабочих мест для слесарно-сборочных работ, ведомость оборудования, потребного для сборки.

3. Определение потребного количества инструмента, приспособлений, вспомогательного оборудования и материалов:

- а) ведомость приспособлений;
- б) ведомость рабочего (режущего и др.) инструмента;
- в) ведомости измерительного инструмента;
- г) ведомости электродвигателей;

д) ведомости основных и вспомогательных материалов.

4. Расчет количества потребной рабочей силы и разработка штата цеха:

- а) ведомость производственных рабочих;
- б) ведомость вспомогательных рабочих и младшего обслуживающего персонала;
- в) ведомости административного, инженерно-технического и счетно-конторского персонала.

5. Выбор типов, определение потребного количества и техническая характеристика грузоподъемного и транспортного оборудования, график загрузки (в некоторых случаях), ведомости оборудования этого вида.

6. Расчет площадей механического (механосборочного) цеха:

- а) станочного отделения; б) сборочного (в некоторых случаях); в) заточного; г) контрольного; д) заготовительного отделений; е) цеховых складов — материалов и заготовок (при серийном и единичном производстве), промежуточного, раздаточно-инструментального и других вспомогательных отделений и складов.

7. Расчет (по технико-экономическим показателям) ремонтно-механической мастерской при механическом цехе (количества оборудования, площадей, рабочего состава).

8. Определение основных размеров (ширины, длины, высоты) и общей площади механического (механосборочного) цеха.

9. Расчет площадей административно-конторских и бытовых помещений.

План расположения оборудования и компоновка цеха

Эта часть проекта должна содержать:

1. План механического (механосборочного) цеха с расположением станков и другого оборудования, рабочих мест слесарей и сборщиков узлов, а также вспомогательных отделений (контрольного, заточного, складов, раздаточной инструмента, мест мастеров, ремонтных бригад и т. п.) в масштабе 1 : 100.

2. Детальный план рабочего места станочника (сборщика).

3. Схему поперечного разреза механического (механо-сборочного) цеха с определением необходимой высоты в масштабе 1 : 50.

4. График движения основных деталей по цеху.

5. Планировку ремонтно-механического отделения (базы) и других вспомогательных мастерских и отделений.

6. Общую компоновку всех производственных и вспомогательных отделений, административно-конторских и бытовых помещений.

7. Основные данные для проектирования строительной части проекта.

При планировке оборудования в цехе необходимо учитывать особенности расположения оборудования для поточных и автоматических линий.

Разработка заданий для проектирования специальных частей проекта

В этой части проекта должны быть разработаны задания для проектирования:

а) энергетической части с определением годовой потребности в электроэнергии, сжатом воздухе, газе, паре, воде и топливе;

б) санитарно-технической части — водопровода, канализации, отопления, вентиляции, освещения;

в) других специальных частей проекта.

Организация производства и экономическая часть проекта

Содержание вопросов, разрабатываемых по этим частям проекта, указано: по организации производства — в гл. XX, по экономической части — в гл. XXI.

Техника безопасности и противопожарная техника

Эти вопросы освещаются в проекте цеха в соответствии с указаниями, приведенными в гл. XVIII и XX.

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ПРОЕКТУ

В объяснительной записке излагается содержание проекта. В ней должны быть освещены характер производства, методы и расчеты, относящиеся к технологическому процессу и конструкциям, разработанным и использованным в проекте; должны быть изложены в сжатой форме основные принципиальные положения, которые приняты в проекте по вопросам, освещенным в соответствующих разделах; технико-экономический анализ спроектированного технологического процесса обработки деталей и обоснование принятых вариантов; характер оборудования и конструкций спроектированных и использованных приспособлений и инструментов; применение современных, прогрессивных методов обработки; использование достижений отечественной и зарубежной техники в области данного производства; принцип планировки оборудования и общей компоновки цеха; форма организации работы в цехе, основные положения по организации производства и экономические расчеты; должен быть дан общий вывод об ожидающейся технико-экономической эффективности спроектированного цеха. В объяснительной записке должны быть освещены в той или иной степени все вопросы, входящие в содержание вышеуказанных частей проекта.

Объяснительные записки составляются по каждому цеху отдельно и общая объяснительная записка по проекту всего завода.

Оформление проекта заключается в систематизации и приведении в форму, удобную для пользования, всех материалов проекта — объяснительной записки, карт обработки, чертежей, эскизов, графиков, диаграмм, таблиц, ведомостей, форм и др.

Чертежи должны быть выполнены с соблюдением требований (в частности, условных обозначений), установленных действующими стандартами.

Цифровые материалы должны быть сведены в таблицы. Записки, чертежи и т. п. должны быть стандартных размеров, пронумерованы, переплетены и снабжены оглавлением.

В объяснительной записке приводится перечень всех материалов, чертежей и приложений.

К проекту прилагаются различные документы, подтверждающие принятые решения; могут быть также приложены печатные материалы, на которые имеются ссылки в проекте, а кроме того, фотографии, каталоги, проспекты, образцы, модели, макеты.

Я
и>
*
о
з
о,
С

Ш
О
А
о
я
и
с

0)
та
2

С
О

эвь иминэвиве о Лим^лс^и
снЛаоИ'ол вн из^вхаИ сиээА

Атм^кх1и снЛаоясп вн *изи*
-вхэй¹ хнновиве ояюэьпгоя

Лим^л^и снХаоВ'си смХнаон
-оо вн цэ1гвхэ1/ оахээьпго>?

а>
Ш
у
и
в
с
о
5
о
ч
х

и
о

25а
а
3

©

£ &

Подетальная производственная программа

Я
S
•0*
«C»
O
bCí

»Я
Я а
O*
O*
U «
H

И
сошо
фү-

$$\begin{array}{c} \text{O.} \\ \text{CO} \\ \text{H} \end{array}$$
$$\mathbb{C} \Pi \theta$$

1

Я о
о» о

$$\begin{array}{c} \mathbb{K}^a \\ \mathbf{o} : \\ \vdots \end{array}$$

JQ -

$$\S^1_{*g\circ}$$

Н
я
о> о
5^е
я

W >•1

$$\bullet \textcircled{\text{C}} \bullet \text{O} \gg \text{O}^2 \text{TO}^* = *$$

«Я
Я
Я R Я
Ч Я Я
У * Т О S
Н О Ц
О С Е
С П С Э

О О
С

4	С
І	Я

$\frac{M^*}{Kyo} \frac{H^b}{cc} O$
 $\frac{H^b}{U10} \frac{H^b}{U10} \frac{H^b}{U10}$

11

05^ ^
H O g
!&&

[illegible]

Сводная ведомость станков механического цеха

‘стожвхном э им -нвхэ ээд ин гяхвйхве эн*цдо			
•дл(1 ‘пэжвхнои э нонвхэ вн мхвйхве энТцдо			
*рлс! мЯОХЭВЗ э1ЯН1Гс1ГМВН ‘1ГВ -и(1эхв^ ‘схвтг венходвйве) вмнвхэ жвхном вн Гчхсdxвг			
*9^1 ‘винвхэ эмавхэон¹ он иСохэвс! э1ЧНПВП>1ВН И э1ЧНХ<10ПЭНВС11			
φ9,4й ЛнаонвпЛ и Лйвх ввьопгна ‘ввнмэЛнхо иннвхэ внэП			
•дЛй •ввннэХихо вынхэ внэП			
Вес станков, кг	брутто	хээа	
		ОХОНЕО	
	нетто	хээа	
		ОЛОНЕО	
Мощность электроли- гателя, кВт	всех станков		
	одного станка		
сомнвхо оахээынго> {			
вffoandu Яо^			
инУ ‘юйэневй э1чнхндВ9ВJ			
винвхэ вмйви‘оних ‘В1гэхнаох -олси-вСоаве эннваонэипви			
Станки	гайэкевй эгснаонэо		
	вхэи Лнвтги ОП сдо		
	эннраонэмнен		
С² С			

< V
*
o

Таблица подсчета количества рабочих-станочников, потребного на годовую программу по механическому цеху

*
1_с
0_с
0_с

0_с
сC*

2_н
K
<0 о.

o> >»
*5
o o >>

н ч
9_н (O)

»
к к
а

»
х х
а

»
е е
о *

н

>>
г

2
с с
о с
с с

3 н

я о
о о

0_м
а
я
а
о
к

х
к
о

с)
а

ч о
о м
о м
н с
я *

с. »я
я о с8
о о т я
о в ч
« о

я о
н о
а с
я о
о о
н с

к
3
о
о

о о о - O)

Сводная ведомость состава производственных рабочих механического цеха

*
о хнэишпф
-фсом унпифибх цинСэсГэ
Аш-Г и хган
-нэСэаиЗц 'хпЬодей оЮиЬ
внэпэ ввсГохд
внэпэ ввайЭи
хпЬодей оаЭэд

ояхэЭьшгон
эинвнэишпви

Токари
Револьверщики
Фрезеровщики
Строгальщики
Сверловщики
Шлифовальщики
• • • • •
Разметчики
Слесари
и т. д.

Итого

* Разряды и значения тарифного коэффициента доложены быть приняты по действующей тарифной сетке

Подсчет годовой потребности в режущем инструменте

наименование	а ав 2 Г С < = /мент	Детали, для обра- ботки которых тре- буется инструмент данного вида		Количество деталей, под- лежащих обработке данным инструментом в год, <i>й</i>	Основное время на обра- ботку одной детали в <i>мин</i> , <i>T_о</i>	Суммарное основное время на обработку данным инст- рументом всех деталей по годовой программе в ч, <i>й_с</i>	Действительное время службы инструмента в ч, <i>t_д</i>	Годовая потребность в ре- жущем инструменте в шт.
		наимено- вание	№					

Определение действительного времени службы инструмента

Наименование инструмента	2 13 н * г а «с, ав с о §5:- с к л о к а“ сг 2,	Н«я 2 я яла Фс3 у §рн 02?	2 5“ я о 5 * 1° сх * «с 2 3~5 . О я / * ^ к я * с о	с * г сх * г о та 2 52® г 2 я я	*1 с л 5 а 3с1', а Е с * «■ В3 а, сз С ю * сз	я • 2 * н 2 я а * я > * 2 Ф г * «А 3 3 я > 2	г та 9 > я н «с * >» б-. я * о 1 * 4 чча

Эквиваленты величин в международной системе единиц СИ
(по ГОСТ 9867—61) и других системах единиц измерения

Измеряемые величины	Символ (обозначения)	Эквивалентные значения величин в единицах измерения систем	
		СИ	других
1. Пространство и время			
Плоский угол	<i>a</i>	1 рад 0,01745 рад	$\frac{180^\circ}{\pi} = 57,3^\circ$ 1°
Объем	<i>V</i>	1 м³ 1 дм³	1000 л 1 л
Линейная скорость	<i>v</i>	1 мм/сек 0,278 мм/сек	3,6 м/ч 1 м/ч
Угловая скорость	<i>n</i>	1 рад/сек 0,0147 рад/сек «0,1 рад/сек	9,55 об/мин. «10 об/мин 1 об/мин
Скорость истечения или нагнетания жидкостей и газов	<i>v</i>	1 м³/сек 0,278 дм³/сек 1 дм³/сек 16,7 см³/сек	3600 м³/ч 1 м³/ч 60 л/мин 1 л/мин
11. Механические			
Масса (вес)	<i>m</i>	1 Мг 1 Гг	1 т 1000 га
Плотность (объемная масса)	<i>γ</i>	1 кг/м³ 1 Мг/м³	0,001 г/см³ 1 г/см³
Сила, усилие	<i>p</i>	1 н	0,102 κГ = 0,1 κГ
Грузоподъемность	<i>Q</i>	9,81 «Ю н 9,81 κн «10 κн 1 Мн	1 κГ 1 т 100 т
Удельная нагрузка, Удельное давление	<i>P</i>	1 н/м² 9,81 «н/м² «10 н/м²	0,102 κГ/м² 1 κГ/м²
Плотность нагрузки	<i>a</i>	9,81 κн/м² ~10 κн/м²	1 т/м²
Напряжение: предел текучести	<i>a_T</i>	1 Мн/м²	0,102 κГ/мм² «0,1 κГ/мм²
временное сопротивление	<i>σ_B</i>	9,81 Мн/м² «10 Мн/м²	1 κГ/мм²
предел прочности	<i>σ_p</i>		
Работа, энергия	<i>A</i>	1 дж 9,81 дж «10 дж	0,102 κГ·м «0,1 κГ·м 1 κГ/м
Мощность	<i>W</i>	1 вт 9,81 вт ~ 10 вт	0,102 κГ·м/сек «0,1 κГ·м/сек 1 κГ·м/сек
Давление (газов и жидкостей)	<i>P</i>	1 Мн/м² 0,098 Мн/м² «0,1 Мн/м²	10,2 атм «10 атм 1 атм
III. Электрические			
Плотность тока	<i>/</i>	1 а/м² 1 Ма/м²	1 мка/мм² 1 а/мм²
Энергия	<i>A</i>	1 Мдж 3,6 Мдж	0,28 квт·ч 1 квт·ч

Измеряемые величины	Символ (обозначение)	Эквивалентные значения величин в единицах измерения систем	
		СИ	других
IV. Тепловые			
Температура	t	0° К 273° К	-273° С 0° С
Количество теплоты	q	1 Дж $4,19\text{ Дж}$	$0,24\text{ ккал}$ 1 ккал
Тепловая мощность, тепловой поток	q	1 Вт $4,19\text{ Вт}$	$0,24\text{ ккал/сек}$ 1 ккал/сек
V. Техничко-экономические			
Удельная трудоемкость изготовления продукции (единица массы)	X m	1 чел-сек/кг $3,6\text{ чел-сек/кг}$	$0,278\text{ чел}\cdot\text{час/т}$ 1 чел-час/т
Удельный (весовой) выпуск продукции:			
на одного рабочего	$m_{я}$	1 М. г/чел	1 т/чел
на единицу площади	$m/$	1 Мг/ж^2	1 т/М^2
на 1 руб. основных средств	$m_{к}$	1 кг/руб. $10\text{ кг/руб.} =$ $= 1\text{ /Иг/100 руб.}$	1 т/1000 руб. 1 т/100 руб.
Удельная себестоимость единицы массы продукции	C_m	1 коп/кг $0,1\text{ коп/кг}$	10 руб./т 1 руб. 1т

ЛИТЕРАТУРА

1. Е г о р о в М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М., Машигиз, 1959.
2. Е г о р о в М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М., Машигиз, 1954.
3. Е г о р о в М. Е. Основы проектирования механических и сборочных цехов (с вспомогательными и заготовительными цехами). М., Машигиз, 1944.
4. Е г о р о в М. Е. Основы проектирования механических и сборочных цехов (с вспомогательными и заготовительными цехами). М., Машигиз, 1940.
5. Е г о р о в М. Е. Основы проектирования механических и сборочных цехов. ОНТИ. 1937.
6. Ф а н т а л о в А. И. Основы проектирования литейных цехов. М., Машигиз, 1953.
7. Х р ж а н о в с к и й С. Н. Проектирование кузнечных цехов. М., Машигиз, 1949.
8. Р у с т е м С. А. Оборудование и проектирование термических цехов. М., Машигиз, 1962.
9. П а н ю т и н А. Г. Основы строительного дела и санитарной техники. М., «Высшая школа», 1965.
10. Энциклопедический справочник «Машиностроение». М., Машигиз, 1946—1949.
11. Нормативные материалы: «Нормы технологического проектирования машиностроительных предприятий»; «Строительные нормы и правила»; «Санитарные нормы»; «Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства».
12. Справочники по технологии машиностроения.
13. Проектные и руководящие материалы проектных институтов — Гипротяжмаш, Гипроавтопром, Гипростанок, Гипротракторосельхозмаш и др.

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Общие сведения по проектированию машиностроительных заводов	
§ 1. Основные задачи проектирования	7
§ 2. Задание на проектирование	8
§ 3. Стадии проектирования	П
§ 4. Выбор места для строительства завода	14
Глава II. Генеральный план машиностроительного завода	17
§ 1. Производственное деление завода	17
А. Заготовительные цехи	18
Б. Обрабатывающие цехи	19
В. Вспомогательные цехи	20
Г. Складские устройства	20
Д. Энергетические устройства	21
Е. Транспортные устройства	21
Ж. Санитарно-технические устройства	21
З. Общезаводские устройства	21
§ 2. Схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий	22
§ 3. Основные принципы разработки генерального плана	25
Глава III. Проектирование механических цехов	41
§ 1. Классификация механических цехов и их состав ...	41
§ 2. Основные направления в технологии машиностроения	45
§ 3. Основные вопросы, разрабатываемые при проектировании механических цехов	46
§ 4. Исходные данные для проектирования и производственная программа механических цехов	47
§ 5. Основные принципы проектирования технологических процессов механической обработки	50
А. Производственный и технологический процессы	50
Б. Основные факторы, влияющие на характер технологического процесса. Основные требования к технологическому процессу механической обработки	51
В. Основные вопросы технологического процесса механической обработки	£3
Г. Виды (типы) производства, характеристика технологических процессов и организационные формы выполнения технологических процессов механической обработки	54
Основные положения по организации рабочего места . .	61
Д. Величина партии деталей. Такт выпуска деталей	62
Е. Заготовки, выбор и подготовка	66
Ж. Установление плана и методов обработки	71
З. Выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента	77
И. Определение размеров обрабатываемых поверхностей	86
К. Определение режимов резания металла	86
Л. Определение нормы времени на обработку	89
М. Основное технологическое (машинное) время (формулы)	96
Н. Определение квалификации работы	115
О. Использование типовых технологических процессов и групповых наладок	116
П. Оценка технико-экономической эффективности технологического процесса механической обработки	117
Р. Техничко-экономическое сравнение вариантов технологического процесса механической обработки	119
С. Основные пути повышения технико-экономической эффективности технологического процесса механической обработки	125

Т. Оформление (документация) технологических процессов механической обработки	125
§ 6. Определение потребного количества оборудования (металлорежущих станков)	^27
А. Определение количества станков и коэффициентов загрузки и использования их по основному времени в серийном производстве . .	128
Б. Определение количества станков и коэффициентов загрузки и использования их по основному времени для поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) производства.....	137
В. Определение количества станков по технико-экономическим показателям	139
§ 7. Рабочий состав цеха и определение его численности.....	145
§ 8. Планировка оборудования и рабочих мест в цехе. Определение размера площади цеха	154
§ 9. Вспомогательные отделения механического цеха	177
А. Заготовительное отделение	177
Б. Заточное отделение	178
В. Контрольное отделение	181
Г. Ремонтное отделение (ремонтная база) и мастерская энергетика цеха.....	181
Д. Мастерская для ремонта приспособлений и инструмента	181
Е. Отделение для приготовления и раздачи смазочно-охлаждающих жидкостей	181
Ж. Отделение для переработки стружки	182
З. Цеховой склад материалов и заготовок	183
И. Склад готовых деталей и узлов (промежуточный) и межоперационный склад деталей	188
К. Инструментально-раздаточный склад	190
§ 10. Общая планировка механического цеха	191
§ 11. Основные технико-экономические показатели механического цеха.....	194
Глава IV. Основные сведения по технологическому проектированию автоматических станочных линий	198
§ 1. Технологический процесс, оборудование и устройство	198
§ 2. Планировка оборудования	204
§ 3. Технико-экономическая эффективность автоматических линий . .	204
§ 4. Примеры выполненных автоматических линий и заводов	205
§ 5. Роторные автоматические линии	211
Глава V. Проектирование сборочных цехов	213
§ 1. Значение и объем сборочных работ	213
§ 2. Исходные данные для проектирования, производственная программа и состав сборочных цехов	213
§ 3. Стадии сборочного процесса. Технологические схемы сборки . . .	215
§ 4. Содержание и структура технологического процесса сборки. Нормирование сборочных операций. Технологическая документация процесса сборки	221
А. Содержание и структура технологического процесса сборки . .	221
Б. Нормирование времени сборочных операций	222
В. Технологическая документация процесса сборки	224
§ 5. Виды сборки и формы организации сборочных работ	224
А. Виды сборки	224
Б. Формы организации сборочных работ. Методы сборки	225
§ 6. Стадии сборочного процесса. Расчет количества оборудования ...	226
А. Узловая сборка машин	226
Б. Общая сборка машин	227
Стационарная сборка	227
Поточная сборка	229
§ 7. Транспортные устройства, применяемые при сборке	236
§ 8. Автоматические устройства и автоматические линии для сборки . .	241
§ 9. Рабочий состав цеха и определение его численности.....	243
§ 10. Эффективность выполнения сборочных операций и критерии технико-экономической оценки технологических процессов сборки . .	245
§ 11. Планировка оборудования и рабочих мест сборочного цеха. Определение размера площади цеха	246
§ 12. Основные технико-экономические показатели сборочного цеха . .	255
Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность цеха	255
Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность цеха	255
Глава VI. Проектирование технического контроля в механических и сборочных цехах	256
§ 1. Задачи технического контроля.....	256

5.2. Организация и технологический процесс технического контроля. Определение потребных площадей	257
Глава VII. Проектирование испытательных отделений и станций	264
§ 1. Виды испытаний	264
§ 2. Оборудование, состав и планировка испытательных станций . . .	265
Глава VIII. Проектирование окрасочных цехов и отделений.....	269
§ 1. Способы окраски и сушки	269
§ 2. Технология и оборудование для окраски и сушки	270
§ 3. Покрывные смазывающими веществами	272
§ 4. Состав и планировка оборудования окрасочных цехов	273
Глава IX. Примеры проектов механических и сборочных цехов	275
§ 1. План механического и сборочного цехов для производства плоскошлифовальных (продольного типа) и круглошлифовальных станков .	275
§ 2. План и размеры механического и сборочного цехов завода металлургического оборудования	278
§ 3. План цеха двигателей автомобильного завода	286
§ 4. План цеха передней оси и заднего моста завода грузовых автомобилей	286
§ 5. Участок «Блок цилиндров» механического цеха двигателей малолитражных автомобилей ...	287
§ 6. План цеха сборки и испытания грузовых автомобилей	290
Глава X. Проектирование инструментальных цехов	291
^ 1. Производственная программа цеха	281
§ 2. Состав инструментального цеха	292
§ 3. Классификация инструмента и методы проектирования инструментальных цехов	293
§ 4. Проектирование инструментальных цехов по «точной» программе .	293
§ 5. Проектирование инструментальных цехов по «приведенной» программе	297
§ 6. Проектирование инструментальных цехов по технико-экономическим показателям ...	297
§ 7. Вспомогательное оборудование инструментальных цехов	307
§ 8. Рабочий состав цеха и определение его численности	308
§ 9. Планировка оборудования и рабочих мест в цехе. Определение площади инструментального цеха ..	309
§ 10. Определение общей потребности цеха в материалах и энергии	314
§ 11. Подъемно-транспортное оборудование инструментального цеха .	315
§ 12. Определение общего количества инструмента, потребного для завода	315
§ 13. Основные технико-экономические показатели инструментального цеха	317
Глава XI. Проектирование ремонтно-механических цехов	318
§ 1. Задачи ремонтной службы и формы организации ремонтных работ .	318
§ 2. Состав ремонтно-механического цеха	320
§ 3. Определение производственной программы цеха и затраты времени на ремонт	321
§ 4. Определение количества оборудования ремонтно-механического цеха .	325
§ 5. Рабочий состав цеха и определение его численности	329
§ 6. Подъемно-транспортное оборудование цеха	331
§ 7. Планировка цеха и определение его площади	331
§ 8. Ремонтные отделения (ремонтные базы) производственных цехов .	335
§ 9. Определение потребного количества материалов для ремонта . . .	335
§ 10. Основные технико-экономические показатели ремонтно-механического цеха	337
Глава XII. Проектирование литейных цехов	337
§ 1. Виды литейных цехов	337
§ 2. Основные соображения по проектированию литейных цехов	338
§ 3. Состав литейных цехов	339
§ 4. Производственная программа и методы проектирования литейных цехов	339
§ 5. Режим работы литейных цехов .	340
§ 6. Баланс плавки. Определение годовой потребности в основных и вспомогательных материалах для чугунолитейных цехов ...	340
§ 7. Плавильное отделение. Определение количества плавильных печей и их расположение ...	341
§ 8. Производственные отделения чугунолитейного цеха	342
§ 9. Склады литейного цеха	343
§ 10. Подъемно-транспортное оборудование цеха	343
§ 11. Рабочий состав цеха и определение его численности	344
§ 12. Определение потребности в основных видах энергии	344
§ 13. Планировка цеха ..	345
> § 14. Основные технико-экономические показатели цеха	347
Глава XIII. Проектирование кузнечных цехов	343
§ 1. Виды и состав кузнечных цехов	343
§ 2. Производственная программа и режим работы кузнечных цехов . .	349
§ 3. Оборудование кузнечных цехов и определение его количества . .	349

§ 4. Подъемно-транспортное оборудование цеха . . Г.	352
§ 5. Рабочий состав цеха и определение его численности	353
§ 6. Определение годовой потребности в металле и топливе	354
§ 7. Определение потребности в основных видах энергии	354
§ 8. Планировка цеха и рабочих мест	355
§ 9. Основные технико-экономические показатели цеха	358
Глава XIV. Проектирование термических цехов и отделений	359
§ 1. Виды и состав термических цехов, их производственная программа и режим работы	359
§ 2. Оборудование термических цехов и определение его количества	360
§ 3. Установки для сквозного и поверхностного нагрева токами промышленной частоты и токами высокой частоты	362
§ 4. Определение численности рабочего состава. Планировка и определение площади цеха. Определение потребности в энергии	363
§ 5. Основные технико-экономические показатели	365
Глава XV. Проектирование внутризаводского транспорта	366
§ 1. Средства и виды транспорта	366
§ 2. Выбор вида цехового транспорта	366
§ 3. Грузовые потоки	371
§ 4. Определение потребного количества транспортных средств	371
Глава XVI. Основные данные для проектирования энергетической части	376
Общие сведения	376
§ 1. Электроэнергия	376
§ 2. Сжатый воздух	379
§ 3. Вода	380
§ 4. Пар	381
§ 5. Топливо	382
Глава XVII. Проектирование обслуживающих помещений цехов	383
§ 1. Состав и размещение обслуживающих помещений	383
§ 2. Определение площади бытовых помещений	386
§ 3. Планировка бытовых помещений	391
Глава XVIII. Основные данные для проектирования производственных зданий	393
§ 1. Типы, конструкции и основные размеры зданий для цехов машиностроительных заводов	393
А. Одноэтажные здания	393
Б. Многоэтажные здания	405
§ 2. Основные сведения по элементам строительной части	407
А. Строительные материалы	407
Б. Основания зданий и сооружений	410
В. Фундаменты зданий и сооружений	411
Г. Фундаменты под металлорежущие станки	412
Д. Стены и колонны	413
Е. Перегородки	414
Ж. Полы	414
З. Двери, ворота, тамбуры	415
И. Лестницы	416
К. Световые фонари в промышленных зданиях	416
Л. Галереи, эстакады, тоннели, канавы, антресоли	418
М. Условные обозначения строительных элементов	419
§ 3. Противопожарные мероприятия по производственным зданиям . .	419
§ 4. Освещение цехов и других помещений	421
§ 5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	422
Глава XIX. Общая компоновка цехов в одном здании	425
§ 1. Варианты компоновок	425
§ 2. Примеры компоновки нескольких цехов в одном здании	427
Глава XX. Организация производства и управления цехом и заводом. Техника безопасности .	431
§ 1. Содержание раздела «Организация производства» проекта цеха и завода	431
§ 2. Техника безопасности	432
Глава XXI. Проектирование экономической части проекта	433
Общие сведения	433
§ 1. Определение основных средств и суммы всех затрат на строительство завода	433
§ 2. Определение величины эксплуатационных издержек в проектируемом объекте	436
А. Определение величины затрат на материалы, топливо и энергию	436
Б. Определение годового фонда заработной платы	438
В. Определение цеховых накладных (косвенных) расходов	443
§ 3. Составление сметы производства и определение себестоимости продукции	443

§ 4. Техничко-экономические показатели цеха и завода	445
А. Исходные (абсолютные) показатели	446
Б. Производные (относительные) показатели	447
§ 5. Определение экономической эффективности при технологическом проектировании автоматических станочных линий	455
Глава XXII. Состав и оформление проекта цеха	459
Задание на проектирование и производственная программа цеха . • .	459
Технологическая и конструктивная часть проекта (с расчетами) . . .	460
Общие расчеты, относящиеся к проекту цеха	461
План расположения оборудования и компоновка цеха	462
Разработка заданий для проектирования специальных частей проекта .	463
Организация производства и экономическая часть проекта	463
Техника безопасности и противопожарная техника	463
Объяснительная записка к проекту	463
Приложения	465
Литература	475

Михаил Егорович Егоров

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Редактор Е. Я Н а з а р о в а
Художник В. Н. П а н ф е р о в
Художественный редактор Н. К. Г у т о р о в
Технический редактор А. А. Г р и г о р ч у к
Корректор Г. И. К о с т р н к о в а

Т—00643. Сдано в набор 19/У11-68 г. Подл. к печати 28/1-69 г. Формат 70X10871« Объем 304-1 вкл. 0,1 печ. л. 42,14 усл. печ. л. 39,55 уч.-изд. л. Изд. № ОТ—62/66. Тираж 80 ООО экз. Цена в переплете № 5—1 р 48 к., в переплете № 7—1 р. 57 к. Заказ 1254.

Тематический план издательства
«Высшая школа» (вузы и техникумы)
на 1969 г. Позиция № 349.

Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.
Издательство «Высшая школа»

Ярославский полиграфкомбинат Главполиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров СССР.
Ярославль, ул. Свободы, 97.