

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ С ОСНОВАМИ САПР

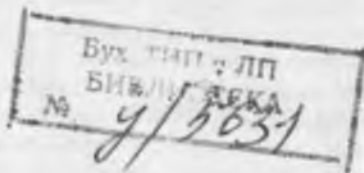
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНО- ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ОСНОВАМИ САПР



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНО- ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ОСНОВАМИ САПР

Под редакцией докт. техн. наук проф. И. Т. МЕРКО

Допущено Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология хранения и переработки зерна»



ББК 36.821

П79

УДК 664.7:69.059.7.001.63(075.8)

Авторы: И. Т. Мерко, Н. Е. Погирной, Б. В. Касьянов, А. П. Чакар

Редактор А. В. Никитина

Рецензенты: кафедра «Технология переработки зерна» Московского технологического института пищевой промышленности (д-р техн. наук, проф. Е. М. Мельников), главный специалист Э. И. Ткачев («Ростовский Промзерно-проект»)

П79 Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР/И. Т. Мерко, Н. Е. Погирной, Б. В. Касьянов, А. П. Чакар. — М.: Агропромиздат, 1989. — 367 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

ISBN 5—10—000525—4

В книге изложены основные этапы проектирования зерноперерабатывающих предприятий. Показано технико-экономическое обоснование строительства и реконструкции предприятий. Приведен материал о внутрицеховом транспорте. Рассказано об автоматизации технологических процессов на зерноперерабатывающих предприятиях. Изложены принципы системы автоматизированного проектирования (САПР).

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Технология хранения и переработки зерна».

П 3707040000—460
035(01)—89 255—89

ББК 36.821

ISBN 5—10—000525—4

© И. Т. Мерко, Н. Е. Погирной,
Б. В. Касьянов, А. П. Чакар, 1989

Реализация крупномасштабной программы развития и технического перевооружения зерноперерабатывающей промышленности (мукомольной, крупяной, комбикормовой) основывается на широком внедрении современных достижений науки, техники и технологии.

В мукомольной и крупяной промышленности поставлена задача ускорить техническое перевооружение и на этой основе добиться повышения производительности труда, увеличить выход муки высоких сортов, выработку крупы, улучшить их качество. В комбикормовой промышленности поставлена задача увеличить производство сбалансированных по питательности комбикормов, улучшить их качество при одновременном снижении затрат зерна на единицу готовой продукции, снизить себестоимость комбикормов и повысить производительность труда.

Для достижения высокого уровня развития зерноперерабатывающей промышленности в стране развернута широкая программа строительства новых, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий с использованием нового высокопроизводительного оборудования и передовой технологии.

В этих условиях значительно повышаются требования к качеству разрабатываемых проектов, которые в условиях научно-технического прогресса отрасли должны обеспечить высокий уровень производства.

Проектирование предприятий — это творческий процесс, требующий непрерывного развития и совершенствования. Оно должно быть организовано на основе максимального использования в проектах новейших достижений науки и техники, с тем чтобы строящиеся и реконструируемые предприятия ко времени их ввода в эксплуатацию были технически передовыми и имели высокие технико-экономические показатели, а по условиям труда отвечали бы современным требованиям. Для этого в проектах надо применять наиболее экономичные схемы перемещения потоков зерна и готовой продукции, рационально использовать застраиваемую территорию и производственные площади, улучшать строительную часть проектов и архитектурное оформление зданий и сооружений, улучшать условия труда и техники безопасности, предусматривать необходимые бытовые условия для работающих.

Высокая эффективность капитальных вложений может быть обеспечена в результате первоочередного наращивания мощностей путем технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий; внедрения высокопроизводительного оборудования, автоматических линий, промышленных роботов, гибких автоматизированных систем и другого прогрессивного оборудования; широкого использования высокоэффективных технологических процессов; комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и сокращения ручного труда; совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений; снижения трудоемкости и стоимости строительства. Необходимо также предусматривать широкое использование типовых проектных решений и реализацию утвержденных на планируемое пятилетие основных направлений проектирования предприятий, рациональное использование земель, охрану окружающей природной среды, рациональное использование природных ресурсов и экономное расходование материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов.

В решении сложных вопросов эффективного совершенствования проектирования зерноперерабатывающих предприятий основная роль принадлежит специалистам-проектировщикам. От их опыта и знаний зависит успешное выполнение поставленных задач дальнейшего развития отрасли хлебопродуктов. При сложившихся условиях необходимо существенно повысить производительность труда проектировщиков, улучшить качество проектов и снизить их себестоимость. Этого можно достичь только на основе применения новых, прогрессивных методов проектирования, среди которых ведущее место принадлежит системе автоматического проектирования (САПР), широко использующей математические методы и вычислительную технику. Центральное место в САПР, как и при обычном проектировании, занимает проектировщик — пользователь, требования к профессиональной подготовке которого резко возрастают. Освобождая проектировщика от выполнения значительной части ручного труда, формальных и рутинных операций, САПР создает реальную основу для стимулирования его творческой деятельности и повышения производительности труда. Развитие и широкое использование САПР в зерноперерабатывающей промышленности связано с подготовкой высококвалифицированных специалистов в этой области.

Книга подготовлена коллективом авторов: Мерко И. Т. — введение, заключение, главы I, V (§ 1, 2, 3, 4), VI (кроме § 4 — совместно с Чакаром А. П.), VIII (§ 3, 4), XI (§ 1, 2), XII; Касьянов Б. В. — главы VII, X (§ 3), XI (§ 3), XIII; Погирной Н. Е. — главы II, III, IV, V (§ 5, 6), VIII (§ 1, 2), XIV; Чакар А. П. — главы V (§ 7, 8), VI (§ 4 совместно с Мерко И. Т.), IX, X (§ 1, 2, 4); приложения составлены Мерко И. Т., Погирным Н. Е. и Касьяновым Б. В. совместно.

МЕТОДЫ И ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИМ ПРЕДПРИЯТИЯМ

Зерноперерабатывающие предприятия относят к сложным объектам с непрерывно-поточным характером производства. Это обусловлено: изменчивостью технологических свойств перерабатываемого сырья, сложностью технологических процессов и большой скоростью их протекания, тесной взаимосвязью технологических операций в общем технологическом процессе, высокими требованиями к выходам и качеству готовой продукции, требованиями по обеспечению сохранности сырья и готовой продукции, охраны труда и техники безопасности и другими факторами.

Зерноперерабатывающие предприятия характеризуются большой степенью механизации и автоматизации производственных процессов, высокой энерговооруженностью труда (в среднем около 10 кВт установленной мощности на одного работающего), длительным производственным циклом (около 7 тыс. ч в год), большими объемами поступающего на предприятие сырья и отгружаемой готовой продукции.

Указанные особенности зерноперерабатывающих предприятий выдвигают ряд требований, которые необходимо учитывать в процессе их проектирования наряду с действующими общесоюзными строительными и ведомственными правилами, нормами и инструкциями. Основные требования сводятся к следующему:

размещать зерноперерабатывающие предприятия необходимо с учетом общей схемы развития данной отрасли, источников производства сырья и районов потребления готовой продукции для снижения транспортных затрат;

предусматривать комбинирование зерноперерабатывающих предприятий, т. е. размещение на одной территории элеватора, мукомольного, крупяного и комбикормового заводов, а также хлебозавода, макаронной фабрики и других родственных предприятий, что способствует повышению эффективности капитальных вложений, снижению эксплуатационных расходов и улучшению условий управления комплексом предприятий;

определять тип и производственную мощность зерноперерабатывающих предприятий надо на основе технико-экономического

обоснования и задания на проектирование с учетом параметрических рядов на технологические линии и основное оборудование предприятий;

предусматривать: использование новейших достижений науки, техники и передового опыта в области технологии, оборудования и организации производства; применение прогрессивных методов проектирования, позволяющих снизить стоимость и сократить сроки строительства предприятий; достижение высоких технико-экономических показателей производства готовой продукции и высокое ее качество, соответствующее лучшим мировым стандартам; комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов; строгое соблюдение норм и требований охраны труда и техники безопасности, обеспечивающие высокие санитарно-гигиенические и безопасные условия трудовой деятельности; рациональное использование природных и сырьевых ресурсов, а также охрану окружающей среды;

предусматривать достаточную вместимость элеваторов и складов для создания нормативных запасов зерна и другого сырья на предприятии, а также для размещения, хранения и отпуска готовой продукции;

разрабатывать такие объемно-планировочные решения, которые обеспечивали бы наиболее экономичные и рациональные условия организации и ведения технологических процессов, максимальное блокирование основных и вспомогательных производственных сооружений, использование типовых и наиболее экономичных проектов;

предусматривать создание необходимых социально-бытовых условий для работающих на данном предприятии.

§ 2. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проектирование новых, а также расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий осуществляются в соответствии с утвержденными Госстроем СССР строительными нормами (СНиП), а также ведомственными нормами и правилами (нормы технологического проектирования, Правила организации и ведения технологического процесса и др.). Эти нормы периодически пересматривают в связи с разработкой новых прогрессивных методов проектирования, строительства, нового оборудования, материалов, технологических процессов и других условий.

В соответствии с действующими СНиП проектирование предприятий, зданий и сооружений осуществляется на основе утвержденных схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам.

Предприятия, здания и сооружения проектируют в одну или две стадии. При одностадийном проектировании разрабатывают рабочий

проект со сводным сметным расчетом стоимости для предприятий, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов (к ним можно отнести реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий). При двухстадийном проектировании разрабатывают общий проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочую документацию со сметами на отдельные объекты, входящие в общий проект строительства.

Стадийность разработки проектно-сметной документации устанавливает заказчик в задании на проектирование.

Разработка проектно-сметной документации на строительство новых предприятий, в том числе и разработка типовых проектов, осуществляется специализированными проектными организациями Министерства хлебопродуктов СССР (институты «Промзернопроект»).

Проектно-сметную документацию на реконструкцию и техническое перевооружение отдельных цехов, технологических процессов, на механизацию тяжелых и трудоемких работ составляют производственные объединения (предприятия) при обязательном соблюдении действующих норм и правил по проектированию и строительству. В этих случаях разрабатывают рабочий проект.

Не допускается строительство объектов по устаревшим проектам, для чего до включения предприятий, зданий и сооружений в план капитального строительства необходимо проверять соответствие принимаемых проектных решений современному техническому уровню. Технологические процессы, оборудование, материалы, изделия, впервые примененные или разработанные в проекте, подлежат проверке проектными организациями — разработчиками на патентоспособность и патентную чистоту, по результатам которой должен быть составлен патентный формуляр по установленной форме.

Площадки для строительства нового предприятия выбирают только по объектам, включенным в титульные списки строек, утвержденные в составе пятилетних планов проектно-изыскательских работ. При этом учитывают проекты районной планировки населенных пунктов.

При разработке проекта реконструкции для технического перевооружения действующих предприятий, а также при размещении на действующем предприятии нового объекта заказчик проекта согласовывает с органами государственного надзора и заинтересованными организациями намечаемые решения в случаях изменения условий транспортных связей, электро-, тепло-, газо-, водоснабжения и канализации, средств связи, требований охраны окружающей среды и т. д.

Задание на проектирование здания или сооружения составляет заказчик проекта с участием генерального проектировщика. В задании на проектирование должна быть предусмотрена реализация

указанных ранее основных направлений в проектировании, требований по внедрению новой техники и передовой технологии, высоких показателей по эффективности капитальных вложений, снижения материалоемкости и трудоемкости строительства, роста производительности труда, экономного расходования сырьевых, материальных и энергетических ресурсов, утилизации отходов производства и вторичных энергоресурсов.

Задание на проектирование предприятия должно содержать следующие исходные данные:

- наименование проектируемого предприятия;
- основание для проектирования;
- сроки начала и окончания строительства;
- особые условия строительства (сейсмичность, группа грунтов и др.);
- стадийность проектирования;
- разработку проектных решений в нескольких вариантах и на конкурсной основе;
- решения по монументально-декоративному оформлению предприятий, зданий и сооружений;
- состав демонстрационных материалов;
- проектную организацию;
- генеральную подрядную строительную организацию;
- выделение пусковых комплексов;
- основные технико-экономические показатели;
- требования по проектированию объектов жилищно-гражданского назначения данного предприятия по внедрению новой техники и передового опыта, показатели эффективности капитальных вложений, по санитарии производства и разработке защитных сооружений, по выполнению научно-исследовательских работ при проектировании и строительстве, по разработке проекта с применением узлового метода строительства и комплектно-блочного монтажа оборудования.

В состав задания на проектирование можно включать и другие требования в зависимости от специфики отрасли и вида строительства.

Состав, порядок и последовательность разработки проектно-сметной документации регламентированы действующими строительными нормами. Все разделы проекта должны быть изложены в четкой, лаконичной форме, дано обоснование основных проектных решений с учетом результатов вариантных разработок.

Рабочий проект на новое строительство, расширение и реконструкцию предприятий, зданий и сооружений должен включать разделы: а) общую пояснительную записку; б) генеральный план и транспорт; в) технологические решения; г) научную организацию труда рабочих и служащих; д) управление производством; е) строительные решения; ж) организацию строительства; з) охрану окру-

жающей среды; и) сметную документацию; к) паспорт рабочего проекта.

Общая пояснительная записка. В нее включают: основание для разработки рабочего проекта; исходные данные для проектирования; краткую характеристику предприятия и его состав; данные о проектной мощности, номенклатуре, качестве и техническом уровне продукции, сырьевой базе; принципиальные решения по организации производства, труда и управления, результаты расчетов численного и профессионально-квалификационного состава работающих; число и оснащенность рабочих мест; сведения об организации, специализации и кооперировании основного и вспомогательного производств; сведения о потребности в топливе, воде, тепловой и электрической энергии; сведения о пусковых комплексах и их основные технико-экономические показатели; организацию и сроки строительства и освоения проектных мощностей; данные по экономике производства, себестоимости продукции, эффективности капитальных вложений и использованных в проекте достижений науки и техники; основные решения и показатели по генеральному плану, инженерным сетям и коммуникациям; сведения о защитных сооружениях.

Генеральный план и транспорт. В этот раздел включают: краткую характеристику района и площадки строительства; решения и показатели по генеральному плану, внутриплощадочному и внешнему транспорту; выбор вида транспорта; основные планировочные решения, мероприятия по благоустройству и обслуживанию территории; решения по расположению инженерных сетей и коммуникаций; организацию охраны предприятий.

Технологические решения. В разделе содержатся сведения о производственной мощности предприятия, ассортименте и качестве вырабатываемой продукции по отдельным цехам и видам производства (мукомольного, крупяного, комбикормового); обоснование принятых решений в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными достижениями; расчет необходимого оборудования по каждому цеху; обоснование принятого уровня комплексной механизации и автоматизации производства; методы контроля качества готовой продукции, побочных продуктов и отходов; сведения об организации планово-предупредительных ремонтов; обоснование необходимой складской вместимости для запасов зерна и хранения готовой продукции; характеристика внутрицеховых и межцеховых коммуникаций; решения по тепло-, электроснабжению и электрооборудованию; рекомендации по организации труда, техники безопасности, аспирации, охране окружающей среды; рекомендации по освоению производственной мощности в установленные сроки; заказные спецификации на оборудование. К этому разделу проекта относят следующие чертежи: схему технологического процесса производства, количественный баланс помола для мукомольных заводов и переработки для

крупных заводов, планы и разрезы производственных цехов с расположением технологического, транспортного и вспомогательного оборудования.

В раздел технологических решений включают автоматизацию технологических процессов и электроснабжение.

В подразделе по автоматизации технологических процессов и управления производством приводят основные элементы по автоматизации и управлению производством: устройства автоматизации и управления схемы блокировок электродвигателей, системы контроля и управления, системы АСУТП, а также заказные спецификации на оборудование автоматизации, управления и связи.

При разработке электроснабжения проектируемого предприятия устанавливают характеристику потребителей электроэнергии в условиях их работы, определяют силовую и осветительную нагрузку по цехам, рассчитывая потребную мощность по каждому электродвигателю; определяют общую электрическую нагрузку по предприятию, на основании которой подбирают мощность трансформаторной подстанции, по нагрузке подбирают кабели для передачи энергии и распределительные устройства; рассчитывают молниезащиту зданий, сооружения силового электрооборудования; предусматривают отвод статического электричества; дают заказные спецификации на электро-техническое оборудование, кабельную продукцию и материалы. К графической части проекта прилагают схемы электроснабжения предприятия, устройство пультов, щитовых помещений и подстанций.

Научная организация труда рабочих и служащих. Разработка проектной документации по данному разделу осуществляется в соответствии с Межотраслевыми требованиями по научной организации труда, производства и управления. В этом разделе проекта разрабатывают научную организацию трудовых процессов, обеспечивающих высокую производительность труда, и мероприятия, создающие наиболее благоприятные условия труда с учетом психологических требований; определяют численный состав работающих по категориям и источникам обеспечения рабочей силы; разрабатывают мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Управление производством. Для эффективного управления производством обосновывают оптимальную структуру управления; определяют потоки информации; разрабатывают функциональную структуру управления и взаимосвязь между цехами и другими объектами и службами предприятия; предусматривают применение системы АСУ и вычислительной техники и других устройств в управлении; приводят заявленные ведомости на устройства управления и материалы.

Строительные решения. Здесь приводят краткое описание и обоснование архитектурно-строительных решений с оценкой их прогрессивности; мероприятия по электро-, взрыво- и пожаробезопасности; основные решения по водоснабжению, канализации, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха, решения по защитным

сооружениям и другие вопросы. Основные чертежи данного раздела включают: планы, разрезы и фасады основных зданий и сооружений; планы и профили трасс внешних инженерных и транспортных коммуникаций.

Организация строительства. Разработка проектной документации по разделу «Организация строительства» осуществляется в соответствии со СНиП 3.01.01—85.

Охрана окружающей среды. Раздел разрабатывают по трем направлениям: охрана атмосферного воздуха от загрязнения; охрана водоемов от загрязнения сточными водами; использование плодородного слоя почвы, охрана недр и животного мира.

В подразделе «Охрана атмосферного воздуха от загрязнения» помещают исходные данные для разработки решений по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха; краткую характеристику географических и климатических условий района строительства; сведения о существующих фоновых концентрациях вредных веществ в атмосферном воздухе, перечень источников выбросов.

В подразделе «Охрана водоемов от загрязнения сточными водами» помещают исходные данные и сведения, выдаваемые организациями исполкомов местных Советов народных депутатов, санитарно-эпидемиологической службой, органами водного надзора и другими организациями и характеризующие естественное состояние водоемов, используемых предприятием; решения по очистке потребляемых вод; обоснование решений по оборотному водоснабжению; сведения о количестве сточных вод и их характеристике; обоснование решений по очистке сточных вод и другие вопросы. Указанные материалы необходимо разрабатывать с учетом требований Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

В подразделе «Использование плодородного слоя почвы, охрана недр и животного мира» помещают обоснование способов снятия и использования плодородного слоя почвы; сведения о намечаемых мероприятиях по охране недр и сохранению среды обитания животных и другие вопросы.

В разделе «Охрана окружающей среды» должна содержаться комплексная оценка оптимальности предусматриваемых технических решений по рациональному использованию природных ресурсов.

Сметная документация. Порядок разработки раздела приведен в главе XIV.

Паспорт рабочего проекта. Составляют по установленной форме. Характерная особенность современного развития зерноперерабатывающей промышленности состоит в ее ускоренном техническом перевооружении на базе использования новой техники и технологии при высоком уровне механизации и автоматизации производственных процессов, внедрения прогрессивных методов организации труда.

Рабочий проект на техническое перевооружение действующих предприятий должен включать следующие разделы: общую поясни-

тельную записку, содержащую краткую характеристику объекта и решения по применению новой техники, технологии и оборудования; уровень автоматизации и решения по управлению технологическими процессами; мероприятия по охране окружающей среды, взрывопожаробезопасности и охране труда; основные технико-экономические показатели и результаты расчетов экономической эффективности проектных решений; данные об объемах строительных и монтажных работ, о потребности в материальных, энергетических и трудовых ресурсах; решения по организации выполнения строительно-монтажных работ; сметную документацию. В состав рабочего проекта также включают рабочую документацию.

Рабочие проекты на новое строительство, реконструкцию и техническое перевооружение зерноперерабатывающих предприятий согласуют и утверждают в порядке, установленном СНиП 1.02.01-85.

§ 3. ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Один из наиболее эффективных методов проектирования — это система автоматизированного проектирования (САПР), основанная на применении ЭВМ и современных математических методов в проектировании. В САПР математические методы и вычислительная техника выступают как средство систематизации процесса проектирования на общей методологической, информационной и технической основе, обеспечивающей объединение всех элементов процесса проектирования в своеобразную технологическую линию принятия и выполнения регламентированных решений. Поэтому проектирование можно рассматривать как целенаправленную последовательность принятия проектных решений, приводящую к построению проектируемого объекта с заданной степенью детализации.

Существующие САПР условно разделяют на четыре группы: уникальные САПР, создаваемые для решения крупных межотраслевых задач общего назначения. Примером такой САПР может служить расчет железобетонных конструкций промышленных зданий;

универсальные САПР отраслевого назначения, предусматривающие возможность их коллективного использования и обеспечивающие проектирование всей номенклатуры изделий отрасли либо подотрасли при большом объеме создаваемых документов. Такие САПР обычно организуют по двухуровневому принципу: на первом уровне — мощная ЭВМ с большим объемом памяти и высоким быстродействием, на втором — периферийные ЭВМ, обслуживающие отдельные устройства, абонентские пульта и пр.;

специализированные САПР проектной организации, ориентированные на выполнение наиболее массовых проектных работ посредством использования средних ЭВМ серии ЕС и СМ. Применение таких систем позволяет применять в процессе проектирования эффек-

тивные математические модели объектов, методы моделирования и оптимизации на всех стадиях проектирования любого объекта. Примерами таких САПР могут быть оптимизация размещения оборудования в производственном здании внутрицеховой коммуникации и др.;

индивидуальные САПР, предназначенные для выполнения отдельных видов инженерных расчетов проектных работ и использующие различные мини- и микро- ЭВМ, в том числе и с графопостроителями для выполнения чертежно-графических работ. К таким САПР относят выполнение прочностных и технологических расчетов отдельных объектов, расчет пневматического транспорта зерна и продуктов его переработки, проектирование и вычерчивание схемы технологического процесса и другие.

Система автоматизированного проектирования в целом представляет собой организационно-технический комплекс, состоящий из определенного ряда взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов. В любой автоматизированной системе проектирования регламентируются следующие базовые обеспечения: методическое, программное, техническое, информационное и организационное. Основными компонентами указанных базовых обеспечений служат:

- по методическому обеспечению — теории, методы, математические модели, алгоритмы, термины, нормативы, алгоритмические и специальные языки;

- по программному обеспечению — общесистемные и прикладные программы, эксплуатационные документы (инструкции), предназначенные для выбора и принятия проектных решений;

- по техническому обеспечению — устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и другие устройства, обеспечивающие функционирование САПР;

- по информационному обеспечению — базы данных и средства управления ими, образующие автоматизированные банки данных, используемых на всех этапах и стадиях проектирования;

- по организационному обеспечению — правила и приказы, регламентирующие права, обязанности и функции участников разработки и эксплуатации САПР: проектировщиков — пользователей САПР, программистов, операторов ЭВМ и внешних устройств, операторов банка данных и администратора САПР.

От обычной системы проектирования САПР отличается тем, что эта система с помощью ЭВМ позволяет частично или полностью автоматизировать процедуры подготовки и отработки информации, отбора принципов действия технических объектов, выполнения расчетно-вычислительных работ, проектирование документации. Общая принципиальная схема технологического процесса проектирования различных объектов или их систем состоит из ряда взаимосвязанных этапов (рис. 1-1).

Исходя из технического задания на проектирование объекта

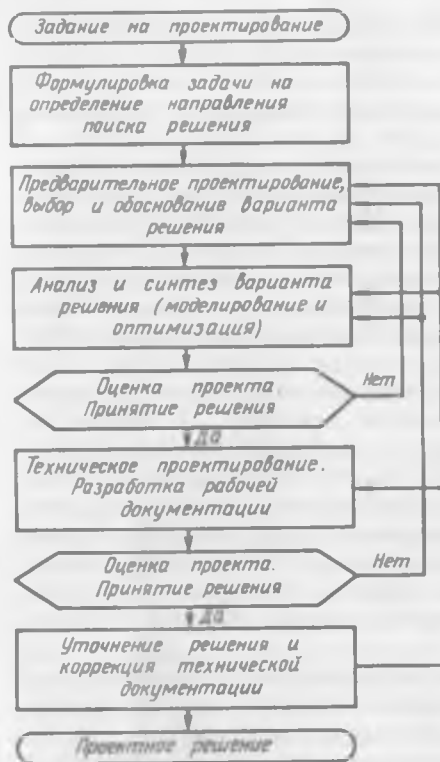


Рис. 1-1. Логическая схема САПР

необходимо прежде всего произвести его уточнение, определить основное назначение проектируемого объекта (системы), условия его функционирования и установить действительные ограничения, которые следует учитывать в процессе проектирования. После этого возможно сформировать основную задачу САПР и определить направление поиска решения. Поиск решений в избранном направлении обычно приводит к множеству возможных решений, из которых выбирают лучшее с помощью принятых критериев и показателей, которые, как правило, имеют технико-экономическую направленность.

Этап предварительного проектирования начинается с выбора принципиальной технологической структуры объекта и материально-технических средств его реализации. Производят выбор и обоснование вариантов решения.

На следующем этапе проектирования производят воспроизведение и конкретизацию структурной технологической схемы объекта, рассматривают возможность моделирования и оптимизации отдельных технических средств и объекта в целом. Проводят исследования объекта на математических или физических моделях с определением оптимальных значений избранных параметров оптимизации. Оптимизация является наиболее надежной основой принятия правильного решения и его оценки, поскольку позволяет в пределах функционирования объекта отыскать такие структуры и переменные факторы объекта, которые обеспечивают наиболее высокую эффективность проектируемого объекта.

Процесс оптимизации характеризуется дискретным и обоснованным выбором определенной структуры объекта и многократным поиском оптимальных значений переменных факторов. Если оценки предварительного проекта и его анализа положительные, то можно приступить к разработке технического проекта. В противном случае

выбирают и обосновывают новый вариант решения. Аналогично оценивают и технический проект.

На этапе технического проектирования разрабатывают документацию проектируемого объекта. При этом учитывают однотипность проектных процедур, выполняемых на всех этапах проектирования. При переходе от первого этапа проектирования к последующему происходит уточнение моделей, углубление анализа и синтеза решений и, как следствие, приближение объекта к заданному уровню.

Основными структурными звеньями САПР являются подсистемы. Подсистемой САПР называют выделенную ее часть, обеспечивающую выполнение некоторой локальной проектной процедуры с разработкой соответствующих проектных решений и проектной документации. Указанные этапы и процедуры проектирования реализуются следующими подсистемами САПР: информационная, поиска решений технической задачи, инженерного анализа, ведения и изготовления проектной документации.

Информационная подсистема. Основная задача этой подсистемы состоит в сборе, хранении, поиске, упорядочении, пополнении и выдаче необходимой для проектирования информации. Подсистема использует соответствующую ЭВМ, которая позволяет создавать базу данных о проектируемом объекте, включающих мировой научно-технический уровень, создаваемый по публикациям, патентам, изобретениям; фонд методов генерирования вариантов решения, включая синтез новых принципов действия; методики проектирования, представляющие собой формализованный коллективный опыт специалистов в данной области; описание параметров и характеристик проектируемого объекта, его моделей для различных этапов проектирования; хранилище накопленного в системе опыта в виде уже имеющихся решений как всей задачи в целом, так и отдельных ее фрагментов; описания типовых элементов технологического процесса; руководящие материалы, нормативы, стандарты и другие данные, регламентирующие процесс проектирования.

От количества информации, которой обладает САПР, зависит качество проектирования, так как больше знаний внедряется в проектируемый объект. Создание и накопление информационной базы данных является сложным и трудоемким процессом, требующим высокой квалификации и опыта ее создателей. Наличие в САПР эффективной информационной подсистемы во многом определяет эффективность функционирования всей системы, позволяет получать полную и объективную информацию на всех этапах проектирования, сохранить объем и повысить достоверность принимаемых решений.

Подсистема поиска решений технической задачи. Потребность и необходимость поиска новых технических идей и решений возникает на начальных этапах проектирования. В этой связи можно выделить два класса возникающих задач: поиск новых принципов действия технических объектов и поиск вариантов решения при известных

принципах действия. В инженерной практике чаще встречаются задачи второго класса. Решение этих задач на ЭВМ позволяет сделать поиск более целенаправленным и повысить эффективность его выполнения на основе реализации программных элементов поиска решений, относящихся к формальным действиям.

Методы автоматизированной генерации решений повышают интеллектуальные способности и творческую активность проектировщиков. Число возможных вариантов решений инженерных задач зависит от этапов и стадии разработки проекта. Как правило, число вариантов решений возрастает от начальных к конечным этапам проектирования. Разработка вариантов решения технической задачи относится к наиболее творческому этапу проектирования, при реализации которого проектировщик использует все свои знания и умения.

Эффективность применения различных методов и автоматизированных систем генерирования рациональных вариантов решения технической задачи можно оценить следующими показателями: сокращается время разработки проектных решений в несколько раз, при этом программное обеспечение подсистемы поиска и выбора технических решений может быть использовано при проектировании различных объектов; генерируются решения, которые можно отнести к оптимальным, обеспечивающим высокое качество проектирования.

Подсистема инженерного анализа. Основное назначение подсистемы — выполнение всех вычислительных работ, связанных с уточнением и детализацией выбранного варианта решения проектной задачи. Инженерный анализ проводится в основном посредством математического моделирования объекта и оптимизации его параметров. Важность данной подсистемы определяется общей тенденцией математизации науки и техники, позволяющей ускорить выполнение вычислительных работ и получить оптимальные результаты. При этом следует учитывать, что использование более сложных математических моделей объекта позволяет максимально приблизить параметры модели к параметрам объекта.

Арсенал вычислительных методов постоянно пополняется и совершенствуется, а появление новых инженерных задач проектирования стимулирует разработку новых подходов и методов, новых критериев и алгоритмов. Математические модели, используемые для описания объектов проектирования, подразделяют на три вида: аналитические, имитационные, эвристические и игровые модели. Аналитические модели наиболее часто применяют в САПР. Они бывают детерминированные (непрерывные и дискретные) и стохастические. На различных этапах проектирования используют, как правило, и различные модели, наиболее подходящие для этих этапов.

Имитационные модели используют для объектов, которые отличаются неопределенностью функционирования. Такие модели позволяют воспроизвести процесс функционирования объекта с некоторым приближением к реальному, а оценка различных вариантов

проектных решений при изменении управляющих переменных факторов — найти наиболее приемлемый.

Эвристические и игровые модели являются наиболее сложными. Их используют в случаях, когда объект характеризуется и неопределенностью функционирования, и не определены значения переменных управляющих факторов.

Разработку и эксплуатацию подсистемы инженерного поиска выполняют специалисты различных профилей, входящих в организационную структуру САПР. Однако проектировщик — пользователь САПР взаимодействует с указанной группой специалистов, поскольку только он может оценивать, уточнять и формировать математические модели проектируемых объектов, предлагать новые подходы и методики проектирования, исходя из возможностей совершенствования вычислительных методов и методов проектирования данных объектов.

Подсистема ведения и изготовления документации. Основное значение подсистемы ведения и изготовления документации состоит в получении проектных документов (технологических схем, чертежей, технических описаний, схем, графиков, таблиц), необходимых для создания объекта проектирования. Получение этих документов является основным результатом системы проектирования.

Разработка и изготовление проектной документации — наиболее однообразная и утомительная работа. Автоматизация этих процессов в проектировании позволяет существенно сократить затраты времени и труда, повысить объективность и точность изготовления, обеспечить оперативную корректировку проектной документации. Автоматизированное проектирование документации может полностью заменить человека на этих операциях. Для этого применяют такие технические средства, как чертежные автоматы, графопостроители, устройства микрофильмирования, репродуцирования и др.

Данная подсистема обеспечивает компоновку документов: размещение документа на страницы стандартного формата, размещение физических символов на поле каждой страницы, проведение соединительных линий между размещенными графическими символами в соответствии со схемой их взаимосвязей.

Автоматические устройства, используемые для разработки проектной документации, можно разделить на два типа: быстродействующие дисплеи и АЦПУ, позволяющие осуществлять контроль за качеством изготовления документации и оперативно вносить в нее необходимые изменения; медленные графопостроители, обеспечивающие получение проектной документации в законченном виде. Фрагмент схемы технологического процесса размола зерна, изготовленной с помощью графопостроителя «Ростовский Промзернопроект», показан на риске 1-2. Схема отличается хорошей наглядностью и тщательным изготовлением.

Рассмотренные подсистемы САПР составляют основу новой те-

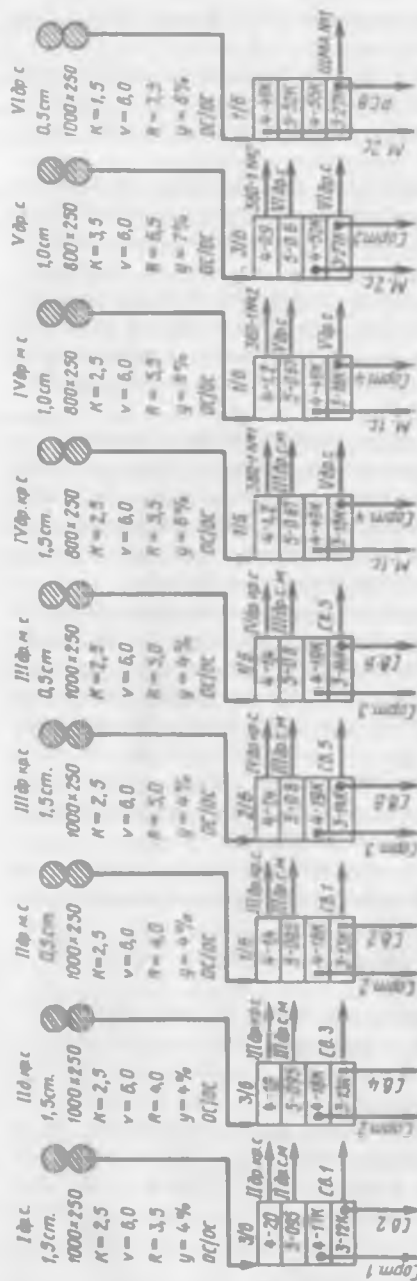


Рис. 1-2. Схема дранги процесса, разработанная с помощью САПР

логии автоматизированного проектирования. Кроме этих подсистем, можно выделить и другие подсистемы в САПР, которые в общем случае подразделяют на ориентированные и независимые. Ориентированные подсистемы осуществляют проектирование некоторого объекта на определенном этапе проектирования (например, проектирование элементов зданий и сооружений, технологических процессов, размещения оборудования и др.). Независимые подсистемы осуществляют управление и обработку информации независимо от особенностей проектируемого объекта (выполнение информационно-поисковых и диалоговых процедур, численного анализа и др.).

Подсистемы и компоненты САПР соединяются и взаимодействуют друг с другом под управлением общей операционной программы проектирования, отображающей логическую схему построения проектируемого объекта в соответствии с представлениями и указаниями пользователей системы.

Центральным звеном САПР является технический комплекс, создаваемый на базе средств вычислительной техники общего назначения, как правило, в рамках ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ. Технический комплекс обеспечивает выполнение по определенной программе арифметических и логических операций, управляет последовательностью выпол-

нения команд, организует обмен с устройствами ввода и вывода информации, имеет средства обращения к оперативной памяти, заложенной в машину. Техническое и программное обеспечение САПР подробно описано в специальной литературе по данному вопросу.

Применение САПР в различных отраслях промышленности свидетельствует о ее высокой эффективности: повышается качество и эффективность проектных решений, сокращается время на проектирование, снижается трудоемкость проектирования и повышается производительность труда проектировщика.

В проектных организациях отрасли хлебопродуктов применение САПР находится в начальной стадии. На базе проектных институтов создан отраслевой координационный совет, а институты приступили к созданию системы автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна («САПР ГПЗП»). Эта система включает в себя три основные подсистемы проектирования: элеваторов («ТЛП элеватор» — разработчик ГосНИИСредазпромзернопроект); мукомольных заводов («ТЛП мельница» — разработчик «Ростовский промзернопроект»); комбикормовых заводов («ТЛП комбизавод» — разработчик ГосНИИСибпромзернопроект).

Первая очередь «ТЛП элеватор» включает разработки и программы, позволяющие производить расчеты погрузо-разгрузочных работ при перевозках зерна автомобильным транспортом, объемов предварительной очистки зерна и его сушки, численности обслуживающего персонала, а также выполнять объемную компоновку оборудования элеватора, отдельные задачи по автоматизации чертежно-графических работ и др.

Подсистема «ТЛП мельница» содержит разработки и программы, позволяющие производить расчет основного технологического оборудования размольного отделения, установок пневматического транспорта и аспирации, выполнять анализ количественно-качественного баланса помола, автоматизировать вычерчивание схемы технологического процесса размола зерна.

Подсистема «ТЛП комбизавод» содержит разработки и программы, позволяющие производить расчеты рецептуры сырья и качество комбикормов, бункеров и складов для хранения сырья и комбикормов, производить рациональную компоновку схемы технологического процесса комбикормового производства, осуществлять формирование нормативно-справочной информации и другие работы.

Планируется также организовать разработку и внедрение межатраслевых САПР, таких, как: выбор оптимального варианта вертикальной планировки и генплана, расчеты по сантехническим, теплотехническим и электротехническим работам и установкам, автоматизация чертежно-графических работ по строительным конструкциям, пневмотранспортным установкам и другим работам. По мере накопления новых программ и информационных материалов «САПР

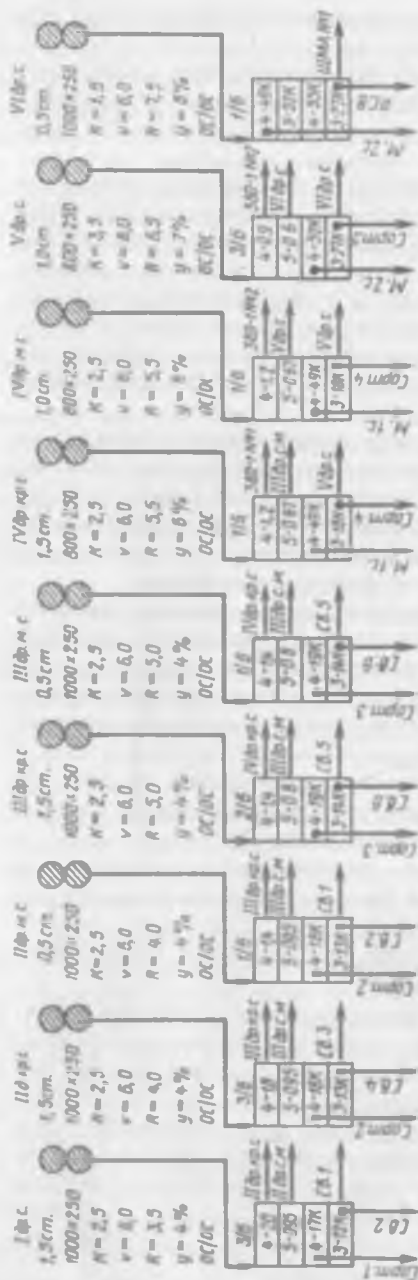


Рис. 1-2. Схема драганго процесса, разработанная с помощью САПР

логии автоматизированного проектирования. Кроме этих подсистем, можно выделить и другие подсистемы в САПР, которые в общем случае подразделяют на ориентированные и независимые. Ориентированные подсистемы осуществляют проектирование некоторого объекта на определенном этапе проектирования (например, проектирование элементов зданий и сооружений, размещения оборудования и др.). Независимые подсистемы осуществляют управление и обработку информации независимо от особенностей проектируемого объекта (выполнение информационно-поисковых и диалоговых процедур, численного анализа и др.).

Подсистемы и компоненты САПР соединяются и взаимодействуют друг с другом под управлением общей операционной программы проектирования, отображающей логическую схему построения проектируемого объекта в соответствии с представлениями и указаниями пользователей системами.

Центральным звеном САПР является технический комплекс, создаваемый на базе средств вычислительной техники общего назначения, как правило, в рамках ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ. Технический комплекс обеспечивает выполнение по определенной программе арифметических и логических операций, управляет последовательностью выпол-

нения команд, организует обмен с устройствами ввода и вывода информации, имеет средства обращения к оперативной памяти, заложенной в машину. Техническое и программное обеспечение САПР подробно описано в специальной литературе по данному вопросу.

Применение САПР в различных отраслях промышленности свидетельствует о ее высокой эффективности: повышается качество и эффективность проектных решений, сокращается время на проектирование, снижается трудоемкость проектирования и повышается производительность труда проектировщика.

В проектных организациях отрасли хлебопродуктов применение САПР находится в начальной стадии. На базе проектных институтов создан отраслевой координационный совет, а институты приступили к созданию системы автоматизированного проектирования предприятий по хранению и переработке зерна («САПР ГПЗП»). Эта система включает в себя три основные подсистемы проектирования: элеваторов («ТЛП элеватор» — разработчик ГосНИИСредазпромзернопроект); мукомольных заводов («ТЛП мельница» — разработчик «Ростовский промзернопроект»); комбикормовых заводов («ТЛП комбизавод» — разработчик ГосНИИСибпромзернопроект).

Первая очередь «ТЛП элеватор» включает разработки и программы, позволяющие производить расчеты погрузо-разгрузочных работ при перевозках зерна автомобильным транспортом, объемов предварительной очистки зерна и его сушки, численности обслуживающего персонала, а также выполнять объемную компоновку оборудования элеватора, отдельные задачи по автоматизации чертежно-графических работ и др.

Подсистема «ТЛП мельница» содержит разработки и программы, позволяющие производить расчет основного технологического оборудования размольного отделения, установок пневматического транспорта и аспирации, выполнять анализ количественно-качественного баланса помола, автоматизировать вычерчивание схемы технологического процесса размола зерна.

Подсистема «ТЛП комбизавод» содержит разработки и программы, позволяющие производить расчеты рецептуры сырья и качество комбикормов, бункеров и складов для хранения сырья и комбикормов, производить рациональную компоновку схемы технологического процесса комбикормового производства, осуществлять формирование нормативно-справочной информации и другие работы.

Планируется также организовать разработку и внедрение межатраслевых САПР, таких, как: выбор оптимального варианта вертикальной планировки и генплана, расчеты по сантехническим, теплотехническим и электротехническим работам и установкам, автоматизация чертежно-графических работ по строительным конструкциям, пневмотранспортным установкам и другим работам. По мере накопления новых программ и информационных материалов «САПР

ГПЗП» будет расширяться и углубляться по различным разделам проектирования предприятий по хранению и переработке зерна. Отдельные подсистемы САПР приведены в соответствующих главах.

Вопросы для самоконтроля. 1. Назовите основные требования, предъявляемые к проектам строительства, реконструкции и технического перевооружения зерноперерабатывающих предприятий. 2. Расскажите о этапности проектирования при строительстве, реконструкции и техническом перевооружении предприятий. 3. Перечислите основные вопросы, включаемые в задание на проектирование. 4. Какие существуют разделы рабочего проекта на строительство, реконструкцию и техническое перевооружение предприятий? 5. Каково назначение САПР и их классификация? 6. Какие подсистемы САПР Вы знаете и какова их взаимосвязь?

II Глава

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года указывается на необходимость расширения строительства зерноперерабатывающих предприятий, повышения их технического уровня на базе применения высокоэффективного оборудования и применения передовой технологии.

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) является предплановым и предпроектным документом, дополняющим и развивающим решения, предусмотренные в утвержденной схеме развития и размещения отрасли промышленности, в части: обоснования намечаемого строительства; реконструкции, расширения и технического перевооружения предприятия, его мощности; номенклатуры и качества продукции; кооперации производства; обеспечения сырьем, материалами, полуфабрикатами, топливом, электро- и теплоэнергией, водой и трудовыми ресурсами; выбора наиболее эффективных технических, экономических и организационных решений по эксплуатации и строительству, включая выбор конкретной площадки для строительства и определения расчетной стоимости строительства и основных технико-экономических показателей предприятия.

Предприятие (организация) — заказчик выдает проектной организации — генеральному проектировщику (разработчику ТЭО) задание на разработку ТЭО, утвержденное министерством, ведомством СССР или

Советом Министров союзной республики. Разработка ТЭО осуществляется в пределах лимитов на проектно-исследовательские работы за счет средств капитальных вложений по соответствующей отрасли. Район или пункт строительства предприятия (при отсутствии данных в схеме развития) определяется на первом этапе разработки ТЭО и согласовывается министерствами, ведомствами СССР или советами министров союзных республик с Госпланом СССР. Расчетную стоимость строительства в ТЭО определяет по предприятию в целом и согласовывает заказчик с генеральной подрядной строительной организацией.

Предприятия зерноперерабатывающей промышленности относят к двум группам, для которых разрабатывают технико-экономические обоснования в соответствии с общими положениями и некоторыми их изменениями.

К первой группе относят предприятия, которые в экономическом плане более выгодно размещать в районах потребления их продукции, чем в районах производства сырья: мукомольные, комбикормовые заводы, макаронные и кондитерские фабрики, хлебозаводы и др.

Вторую группу предприятий, которые экономически целесообразно размещать в районах производства сырья, составляют крупяные заводы, хлебоприемные предприятия, свеклосахарные заводы, предприятия крахмало-паточной промышленности и др.

Государственный план экономического и социального развития СССР обеспечивает планомерное развитие элеваторной, мукомольно-крупяной и комбикормовой промышленности. Вопросы географического размещения предприятий решаются наиболее эффективно с использованием линейного программирования и вычислительной техники, что является важной составной частью САПР.

На территориальное размещение предприятий оказывают влияние следующие основные факторы: нормативные сроки хранения сырья и готовой продукции, транспортные расходы, условия строительства и т. п.

Мукомольные, крупяные и комбикормовые заводы относят к числу материалоемких и решающее значение для выбора района их размещения имеет транспортный фактор, при котором соотношением затрат на перевозки сырья и готовой продукции определяется тенденция в размещении (к источникам сырья, к районам потребления, к тем и другим).

Размещение предприятий мукомольной промышленности осуществляется в районах, крупных городах — там, где сосредоточено население, основной потребитель муки и выпекаемого из нее хлеба. Данная тенденция в размещении мукомольных заводов обусловлена следующими обстоятельствами:

кратчайшие перевозки сырья и готовой продукции будут соблюдаться при размещении мукомольных заводов в районах потребления их продукции;

при размещении мукомольного завода вблизи источников сырья (зерна) муку, необходимую для района потребления, перевозят железнодорожным или водным транспортом, в то время как размещение мукомольных заводов в районах потребления позволяет существенную часть готовой продукции перевозить автомобильным транспортом (бестарным или тарным способом), что обеспечивает значительную экономию текущих затрат и быструю окупаемость дополнительных капитальных вложений;

зерно может храниться более длительный период, чем мука и хлеб. Создание запасов зерна и его хранение по сравнению с мукой дешевле и проще;

рациональное использование зерна, выращенного в различных почвенно-климатических зонах, и производство муки с высокими хлебопекарными свойствами возможны при составлении помольных партий на мукомольных заводах, расположенных в районе потребления муки;

при размещении мукомольных заводов вблизи источников сырья в районах потребления возникает необходимость завозить муку, а по показателю транспортабельности поток зерна экономически более выгоден.

Предприятия крупяной промышленности размещают в основном в районах выращивания сырья, в связи с тем, что потребление крупы населением невелико и составляет примерно 10 % от потребности в муке. Один крупяной завод мощностью 200 т/сут, вырабатывающий крупу из одной — двух культур, за год может удовлетворить потребность в крупе 4...7 млн. человек. Строительство крупяных заводов, даже в больших городах, приводит к необходимости вывоза крупы в другие населенные пункты.

Размещение крупяных заводов в районах потребления крупы приводит к излишним затратам на перевозку зерна, так как выход крупы составляет 40...73 %, а остальные 60...27 % составляют отходы, мучка и лузга, которые являются нетранспортабельными и их целесообразно использовать на месте производства крупы. При учете затрат на перевозку сырья, крупы и побочных продуктов получается соотношение в пользу размещения крупяных заводов в районах сырья. К ним относят гречезаводы, просозаводы, рисозаводы, овсозаводы, горохозаводы и заводы по переработке ячменя. Они составляют первую группу крупяных заводов. Ко второй группе относят предприятия, которые могут быть размещены и в районах потребления крупы, и вблизи источников сырья. Это заводы, перерабатывающие в крупу зерно пшеницы и кукурузы.

Дальнейшее развитие крупяной промышленности связано с необходимостью приближения строящихся крупяных заводов к сырьевой базе, т. е. к районам производства зерна крупяных культур. Считается также целесообразным предусматривать на действующих комбинатах хлебопродуктов строительство цехов для переработки

в крупу имеющегося на месте крупяного сырья, что позволит сократить встречные перевозки крупы и зерна.

Комбикормовая промышленность относится к отраслям с массовым потреблением готовой продукции. Сырье, используемое для производства комбикормов (растительного происхождения, отходы технических производств и пищевой промышленности, минеральные корма, обогатители), размещено по территории страны неравномерно. Это затрудняет снабжение комбикормовых заводов данным сырьем, в связи с чем допускается взаимозаменяемость многих его видов. Основную массу сырья для производства комбикормов составляют зерно, его отходы и продукты переработки.

Продукцию комбикормовых заводов используют в сельскохозяйственном производстве — животноводстве. Поэтому размещение предприятий комбикормовой промышленности следует рассматривать в увязке с размещением животноводства.

Техническое перевооружение и реконструкция действующих предприятий, строительство новых предприятий системы хлебопродуктов СССР осуществляется по утвержденной схеме развития и размещения предприятий отрасли в соответствии с проектами, разрабатываемыми проектными институтами (организациями).

ТЭО (применительно к обоснованию строительства нового предприятия) должно включать: исходные данные и положения; производственную мощность и номенклатуру продукции; обеспечение предприятия сырьем, материалами, полуфабрикатами, энергией, топливом, водой и трудовыми ресурсами; основные технологические решения; состав предприятия, организацию производства и управления; выбор района, пункта, площадки (трассы) для строительства и их характеристика; основные строительные решения, организацию строительства; охрану окружающей среды; расчетную стоимость строительства; экономику строительства и производства; основные технико-экономические показатели; выводы и предложения; приложения.

При строительстве, расширении, реконструкции, техническом перевооружении предприятий, зданий и сооружений при их расчетной стоимости менее 4 млн. р. в соответствии с указаниями Госплана СССР и Госстроя СССР от 16.05.85 г. № 116/68 составляют технико-экономические расчеты (ТЭР), а при особой сложности строительства вместо ТЭР составляют ТЭО согласно указаниям Госплана СССР и Госстроя СССР от 24.04.85 г. № 95/60.

ТЭР составляют на основе схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности, схем развития и размещения производительных сил по союзным республикам и экономическим районам СССР, они должны отражать решения, принятые в схемах развития отраслей.

Рассматривают и утверждают ТЭР в порядке, аналогичном для утверждения и переутверждения проектов предприятий, зданий и

сооружений. При проектировании предприятий, не предусмотренных схемами развития отрасли, в ТЭР должны рассматриваться все вопросы, касающиеся их хозяйственной необходимости, экономической целесообразности, а также выбора пункта строительства.

В состав технико-экономических расчетов включают исходные данные, документальное основание для разработки ТЭР, объем производства продукции и ее номенклатуру, обеспечение сырьем, электроэнергией, основные технологические решения, выбор района, пункта, площадки для строительства (реконструкции) с обоснованием, основные строительные решения, охрану окружающей среды, расчет стоимости строительства, экономику предприятия, а также выводы и предложения, в которых приводят данные для составления задания на проектирование предприятия. Техничко-экономические расчеты составляют за два года до строительства и затраты на их разработку производят в пределах сумм в составе изыскательных работ.

Основными данными и технико-экономическими показателями ТЭО служат: а) наименование предприятия и его местонахождение; вид строительства (новое, расширение, реконструкция, техническое перевооружение); б) мощность по выпуску продукции: в стоимостном выражении, млн р.; в натуральном выражении; в) общая численность работающих, человек; г) производительность труда в год, тыс. р.; д) расчетная стоимость строительства, млн р.; е) намечаемый срок строительства, лет; ж) срок окупаемости капитальных вложений, лет; з) годовая потребность предприятия в сырье, материалах, электроэнергии, теплоте, воде, нефтепродуктах, угле, газе и т. д.

§ 2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ И НОРМЫ ЗАПАСА СЫРЬЯ

Обоснование мощности проектируемого предприятия вытекает из составленного ТЭО. Анализ данных по выработке и реализации готовой продукции, определение требуемого количества и ассортимента потребления готовой продукции в целом в республике, области и в конкретном районе позволяют установить наличие или отсутствие дефицита.

Согласно нормам технологического проектирования мукомольных заводов запасы зерна должны обеспечивать не менее трех месяцев работы предприятия. Данные экономических обоснований позволяют эти запасы зернового сырья уточнить и при необходимости изменить. Хранилища готовой продукции проектируемого предприятия должны обеспечить хранение десятисуточной выработки муки, четырехсуточного запаса отрубей, а при наличии комбикормового завода — двухсуточного запаса.

Потребную мощность и вид помола мукомольного завода определяют на основе ТЭО и задания на проектирование с учетом типовых или повторно-применяемых проектов. В соответствии с нор-

мами технологического проектирования режим работы мукомольного завода устанавливают круглосуточным трехсменным в течение 300 рабочих дней в году. В каждом месяце предусматривают три декадные остановки по 16 ч каждая для текущего ремонта оборудования. Работу отделения готовой продукции и выбоя планируют в одну — две смены.

Потребность в муке устанавливают, исходя из роста численности населения с учетом нормы ее годового потребления, нужд хлебопекарной, макаронной и других отраслей промышленности, а также возможного ее вывоза за пределы области.

Потребную мощность проектируемого мукомольного завода Q_m (т/сут) определяют по формуле

$$Q_m = \frac{100(K_1 + B_1 - K_2)}{Mn},$$

где K_1 — годовая потребность области в муке, т; B_1 — предполагаемый вывоз муки из области в течение года, т; K_2 — годовая выработка муки в области, т; M — выход муки, %; n — число рабочих дней в году.

Запасы сырья для крупяных заводов необходимо принимать в объеме заготовок, но не менее трехмесячной работы завода. В соответствии с нормами технологического проектирования крупяных заводов их (кроме рисовых) следует проектировать на попеременную переработку не менее двух видов крупяных культур по взаимозаменяемой схеме.

Для хранения готовой крупы необходимо предусмотреть склад, обеспечивающий хранение крупы в таре в размере пятисуточной производительности. В отдельных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании по заданию заказчика размеры склада для хранения крупы в таре могут быть увеличены так, чтобы можно было хранить крупу до 14 сут. Вместимость бункеров для хранения лузги, гранулированной мучки должна обеспечивать 1...2 сут работы завода, а для хранения отходов вместимость бункеров рассчитывают на трех-пятисуточную выработку.

Производственная мощность крупяного завода $Q_{кр}$ (т/сут) определяется объемом заготовок

$$Q_{кр} = \frac{K - K_1}{n},$$

где K — запас зерна крупяной культуры, подлежащей переработке, т; K_1 — количество зерна крупяной культуры, перерабатываемой крупозаводами, т; n — число рабочих дней в году.

Для комбикормовых заводов мощностью до 500 т/сут в соответствии с нормами технологического проектирования комбикормовых заводов запасы сырья следует принимать (сут):

зерновое сырье — 27; мучнистое сырье (отруби, мучка) — 16; шроты — 31; кормовые продукты пищевых производств, травяная мука —

27; сырье минерального происхождения — 43; премиксы — 28; меласса — 85; жир — 28.

Вместимость бункеров для отрубей, получаемых с мукомольного завода, должна быть рассчитана на трехсуточный запас работы комбикормового завода. Для хранения известняковой муки необходимости бункера вместимостью на 15 сут работы завода.

Потребную мощность проектируемого комбикормового завода Q_k (т/сут) определяют с учетом вырабатываемого комбикорма, а также планируемого для вывоза в другую область:

$$Q_k = \frac{K + K_1 - K_2}{n},$$

где K — необходимое количество комбикормов, т; K_1 — количество комбикормов, планируемых для вывоза в другую область, т; K_2 — количество комбикормов, вырабатываемых в данной области, т; n — число рабочих дней в году.

Вопросы для самоконтроля. 1. Назовите регионы страны, в которых размещают зерноперерабатывающие предприятия. 2. Какими должны быть запасы сырья на мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах? 3. Какой существует порядок разработки технико-экономических расчетов и их состав? 4. Как определяют производственную мощность проектируемых зерноперерабатывающих предприятий?

III Глава

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Генеральным планом называют проект расположения и взаимной увязки всех зданий, сооружений, инженерных сетей, железнодорожных путей и автомобильных дорог предприятия.

Генеральный план предприятия разрабатывают в соответствии с «Нормами проектирования СНиП II-89—80. Генеральные планы промышленных предприятий».

Площадку для строительства выбирают на основании технико-экономических сравнений условий строительства и эксплуатации предприятий, после проведенных топографических, геологических и климатологических изысканий. При этом учитывают метеорологические данные не только для проведения строительных работ, но и для организации и ведения технологического процесса на будущем предприятии.

Площадка для строительства предприятия должна удовлетворять следующим основным требованиям:

иметь минимальные размеры с учетом рациональной плотности застройки;

обеспечить расположение зданий и сооружений в соответствии с направлением движения сырья и готовой продукции и иметь возможность расширения производства;

иметь относительно ровную поверхность и уклон (0,001...0,003), обеспечивающий сток поверхностных вод;

уровень грунтовых вод должен быть ниже глубины устройства подвалов, туннелей и т. п.;

иметь удобное присоединение к ближайшей железнодорожной станции;

планировка площадки не должна быть связана с выполнением большого объема земляных работ.

При проектировании генеральных планов зерноперерабатывающих предприятий учитывают следующие требования:

здания и сооружения размещают и взаимно увязывают в соответствии с требованиями производственного процесса, соблюдая технологическую последовательность, без возвратных и встречных перемещений сырья и готовой продукции;

расстояния между зданиями и сооружениями должны соответствовать противопожарным нормам и санитарным нормам промышленных предприятий;

железнодорожные пути и автомобильные дороги размещают на территории предприятия в соответствии с характером движения грузовых потоков, обеспечивая их минимальную протяженность;

размещают здания и сооружения на территории предприятия, разделив ее на отдельные зоны: предзаводскую, производственную, подсобную и складскую;

здания и сооружения размещают с учетом направления господствующих ветров, с подветренной стороны по отношению к массивам жилой застройки с разрывом не менее 100 м.

На территории в соответствии с нормами проектирования размещают сети водоснабжения, канализации, энергоснабжения, теплоснабжения, газоснабжения и пр.

Здания и сооружения располагают на генеральном плане по их производственному признаку отдельными группами. Территорию предприятия по функциональному использованию делят на зоны, в которых размещают соответствующие здания, сооружения и т. п.

Предзаводская зона (за пределами ограды или условной границы предприятия) предназначена для размещения контрольно-пропускных пунктов, проходных, вспомогательных зданий, предзаводской площади, площадки стоянки автомобилей и т. п. В производственной зоне располагают элеватор, мукомольный, крупяной и комбикормовый заводы, склады готовой продукции, цехи бестарного хранения, зерносушилки, цех отходов.

Подсобную зону используют для размещения корпуса подсобных

помещений (ремонтные мастерские), котельной, трансформаторной подстанции, энергетической трассы, теплотрассы, водопровода, канализации и других коммуникаций. В складской зоне находятся помещения, здания транспортного хозяйства (депо, гаражи), водонапорные сооружения, водоемы, склад горюче-смазочных материалов, топливная площадка, авторемонтные мастерские и т. п.

Строительными нормами и правилами по проектированию генеральных планов промышленных предприятий допускается уточнять деление территории предприятия на зоны с учетом конкретных условий строительства.

Санитарно-гигиенические требования проектирования генерального плана зерноперерабатывающего предприятия обуславливают размещение зданий и сооружений относительно стран света и розы ветров так, чтобы были обеспечены условия естественной освещенности, естественного проветривания. Промышленные предприятия с источниками производственных вредностей (шум, запах, дым, пыль и т. п.), неблагоприятно влияющими на окружающую среду, по вредности делят на пять классов, которые предусматривают между предприятием и жилой зоной санитарно-защитную зону от 50 до 1000 м (для мукомольных, крупяных и комбикормовых заводов она должна быть не менее 100 м).

Санитарные разрывы между зданиями для нормальной естественной освещенности принимают не менее наибольшей высоты противостоящего здания, а разрывы между складами готовой продукции мукомольных и крупяных заводов и другими промышленными предприятиями следует принимать равными разрывам между этими предприятиями, а между указанными складами и комбикормовыми заводами — не менее 30 м.

По нормам пожарной безопасности здания и сооружения размещают на генеральном плане с учетом их огнестойкости, степени пожарной опасности и розы ветров.

Производства по взрыво-пожарной опасности подразделяют на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. Категории производств зерноперерабатывающих предприятий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности соответствуют категориям Б и В.

К категории Б относят производства, в которых обращаются или хранятся горючие газы с нижним пределом взрываемости более 10 % к объему воздуха; жидкости с температурой вспышки паров от 29 до 61 °С включительно; жидкости, нагретые в условиях производства или хранения до температуры вспышки и выше; горючие пыли или волокна, нижний предел взрываемости которых составляет 65 г/м³ и менее к объему воздуха при условии, что эти газы, жидкости, пыли и волокна могут образовать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения.

К категории В относят производства, в которых обращаются или хранятся жидкости с температурой вспышки паров более 61 °С;

горючие пыли или волокна, нижний предел взрываемости которых составляет более 65 г/м³ к объему воздуха; вещества, способные только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; твердые сгораемые вещества и материалы.

Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями принимают согласно СНиП II-89-80 (табл. III-1).

III-1. Расстояние между зданиями и сооружениями, м

Степень огнестойкости зданий или сооружений	Степень огнестойкости здания или сооружения		
	I; II; IIIa	III; IIIб	IIIб; IV; IVa; V
I; II; IIIa	9 (категории А, Б, В); не нормируется (категории Г, Д)	9	12
III; IIIб	9	12	15
IIIб; IV; IVa; V	12	15	18

Производственные здания зерноперерабатывающих предприятий размещают на расстоянии друг от друга не более 15 м при ширине зданий или сооружений до 18 м. К ним должен быть обеспечен подъезд пожарных машин с одной стороны, а при ширине зданий более 18 м — с двух сторон.

Допускается блокировать здания и сооружения II степени огнестойкости — производственные корпуса с приемно-отпускными сооружениями, корпусами сырья и готовой продукции. При этом расстояния между ними не нормируются. Общая длина указанных зданий и сооружений, расположенных в линию, не должна превышать 400 м, суммарная площадь застройки соединенных зданий и сооружений — не более 10 000 м².

На территории в соответствии с требованиями пожарной безопасности предусматривают кольцевой пожарный водопровод, имеющий неисчерпаемый источник водоснабжения или резервуары для воды объемом 250...500 м³ с трехчасовым запасом для тушения пожара. На кольцевом водопроводе устанавливают пожарные гидранты на расстоянии 50...100 м, чтобы воду можно было подавать к требуемому объекту не менее чем из двух гидрантов.

§ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА МУКОМОЛЬНЫХ, КРУПЯНЫХ И КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ

Генеральный план проектируют с выбора наиболее целесообразного варианта расположения производственных зданий и привязки железнодорожных путей.

Производственная мощность предприятия, число основных зданий, специфика строительной площадки обуславливают множество вариантов расположения производственных зданий и их привязку к железнодорожным путям. Железнодорожные пути на территории предприятия проектируют с учетом проведения необходимых разгрузочно-погрузочных работ, маневровых операций подвижного состава и, как правило, их прокладывают параллельно продольной оси здания.

Схему железнодорожных путей выбирают в зависимости от состава сооружений проектируемого предприятия и его грузооборота. Железнодорожные пути на территории предприятия служат для установки прибывающих вагонов (приемные пути) для производства погрузочно-разгрузочных работ (рабочие пути), для передачи вагонов с одних путей на другие (маневровые пути) и для установки вагонов (пути ожидания отправки).

Существуют две транспортные схемы движения сырья и готовой продукции: сквозная и тупиковая. При сквозной транспортной схеме вагоны после погрузки или разгрузки направляют в противоположную сторону их поступления. Эта схема целесообразна для предприятий с большим грузооборотом (перевалочные и портовые элеваторы, комбинаты хлебопродуктов). Тупиковую схему применяют на мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах, которые имеют небольшой грузооборот, и проектируют ее с максимально возможной маневренной способностью.

Для мукомольных заводов производственной мощностью до 250 т/сут с элеватором в одну линию принимают схему из трех-четырёх железнодорожных путей, два из которых необходимы для разгрузки поступающего зерна, третий — четвертый — для отгрузки готовой продукции и установки вагонов.

Схему из четырех-пяти путей проектируют для комбината, состоящего из элеватора, а также мукомольного и крупяного заводов, расположенных по обе стороны железнодорожных путей.

При проектировании на одной строительной площадке мукомольного и комбикормового заводов, расположенных по обе стороны железнодорожных путей, принимают схему из пяти путей: три из которых обслуживают мукомольный, а два — комбикормовый завод.

Внутренние подъездные пути (расположенные на территории заводов, фабрик, шахт, электростанций и других предприятий; пути промышленных станций и постов, станции промышленных узлов; а также пути, соединяющие между собой эти станции и посты, погрузочно-выгрузочные фронты, отдельные пути, предприятия или отдельные производства, расположенные на обособленных площадках) проектируют по СНиП, согласно которым на территории предприятия нормальное расстояние между осями смежных путей составляет 5300 мм, а минимальное — 4800 мм. Край железнодорожной платформы должен отстоять от оси пути на 1,92 м, а здания

и сооружения от оси крайнего железнодорожного пути — на 3,75 м.

Автомобильные дороги, как и железнодорожные пути, располагают на территории предприятия соответственно по характеру движения грузовых потоков. Устройству дорог, проездов и проходов следует уделять особое внимание, чтобы исключить полностью или свести к минимуму пересечения грузовых и людских потоков, сырья и готовой продукции. Ширину автомобильных дорог проектируют не менее 3,5 м и 6 м (при одностороннем и двустороннем движении) с устройством погрузочных стоянок и площадок для разворота автомобилей. Возле складов готовой продукции ширину автомобильной дороги принимают равной 20 м.

На рисунке III-1 приведены наиболее характерные варианты взаимного расположения производственных зданий (элеватор, мукомольный, крупяной и комбикормовый заводы, склады готовой продукции) в увязке с железнодорожными путями. Существуют и другие варианты, обусловленные спецификой строительной площадки и ее привязки к транспортным коммуникациям данной местности.

При новом строительстве, если позволяет длина территории, применяют вариант а, когда элеватор, мукомольный завод, склады готовой продукции расположены на одной оси с фасадной стороны территории, вдоль железнодорожных путей. Если на предприятии поступление зерна осуществляется водным транспортом и железной дорогой, целесообразно применить вариант б, согласно которому элеватор расположен между железнодорожными путями и водной магистралью, а мукомольный и крупяные заводы — по другую сторону железнодорожных путей, с фасадной стороны территории предприятия.

Наибольшее число производственных зданий расположено на территории в варианте в, все они увязаны с основным транспортным средством — железной дорогой. Мукомольный и крупяной заводы со складом готовой продукции, имеющие примерно одинаковое архитектурно-планировочное решение, расположены с фасадной стороны территории, а элеватор и комбикормовый завод — с другой стороны железнодорожных путей.

Выбрав вариант расположения производственных зданий, наиболее соответствующий конкретной строительной площадке, решают вопрос размещения на территории предприятия всех необходимых зданий и сооружений, обеспечивающих нормальное функционирование зерноперерабатывающего предприятия.

На рисунке III-2 представлен генеральный план мукомольного завода. Мукомольный завод со складом готовой продукции и элеватор расположены с фасадной стороны территории. Первый и второй пути предназначены для разгрузки зерна, по третьему пути вагоны с готовой продукцией и без нее выводят с территории. На данном предприятии применена тупиковая транспортная система. В соответствии с нормами проектирования на генеральном плане

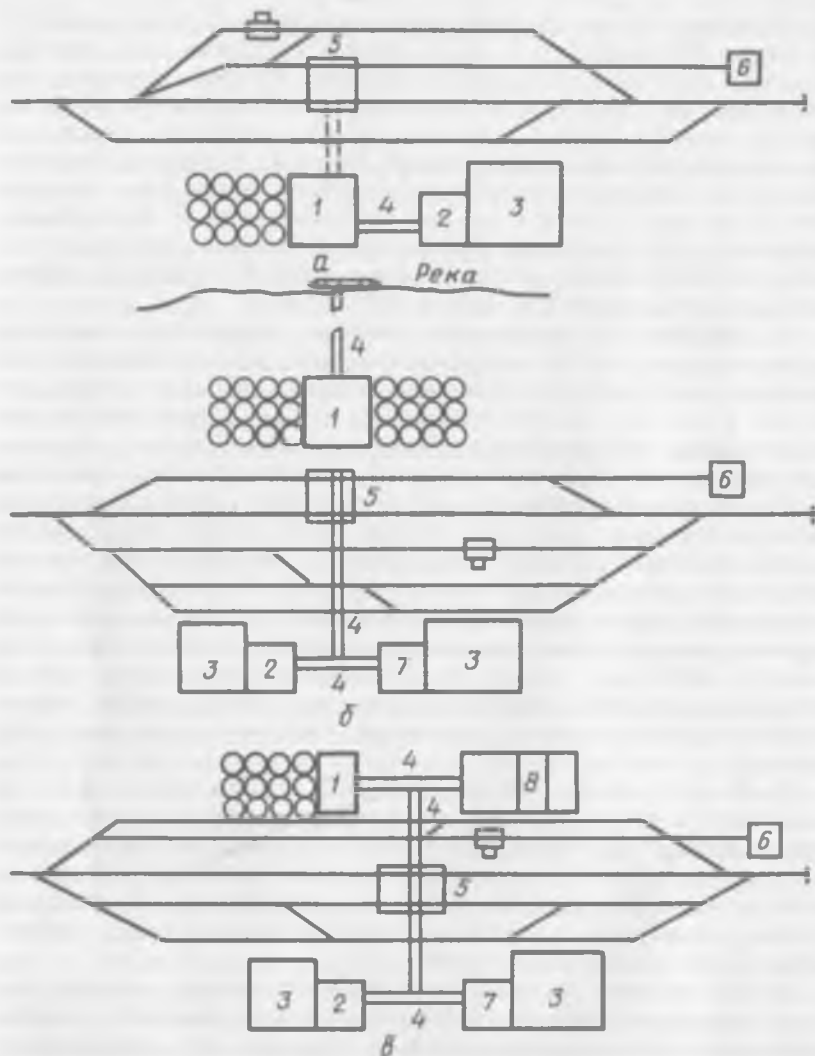


Рис. III-1. Варианты взаиморасположения основных производственных цехов:
 1 — элеватор; 2 — мукомольный завод; 3 — склад готовой продукции; 4 — транспортная галерея;
 5 — приемное устройство с железной дороги; 6 — депо мотовоза; 7 — крупяной цех; 8 — комбикормовый цех

размещены необходимые здания и сооружения, предусмотрено благоустройство территории.

Особенность рисозавода заключается во вместимости элеватора, обеспечивающего хранение зерна в течение 8...10 мес работы.

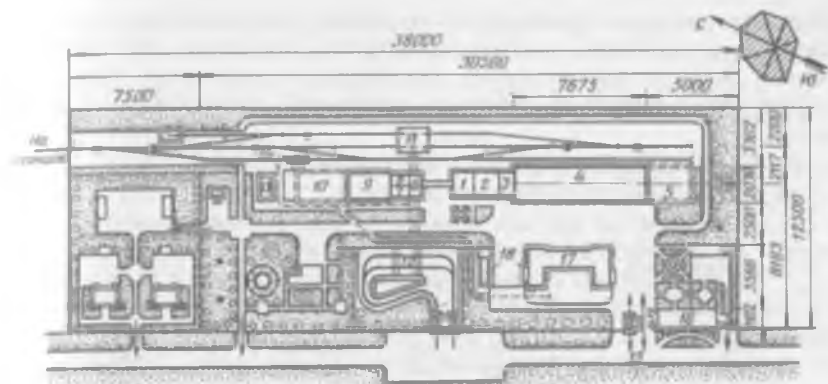


Рис. III-2. Генеральный план мукомольного завода:

1 — зерноочистительное отделение; 2 — размольное отделение; 3 — выбоинное отделение; 4 — склад готовой продукции; 5 — расширение склада готовой продукции; 6 — рабочее здание элеватора; 7 — топка зерносушилки; 8 — диспетчерская; 9 — силосный корпус; 10 — вторая очередь силосного корпуса; 11 — приемное устройство железнодорожного транспорта; 12 — приемное устройство с автомобильного транспорта; 13 — склад угля; 14 — вагонные весы; 15 — автомобильные весы; 16 — административный корпус; 17 — подсобный корпус; 18 — трансформаторная станция

Предусмотрен для хранения рисовой крупы в течение 14 сут склад тарного типа.

В состав овсазаводов, горохозаводов, ячменозаводов входят аналогичные здания и сооружения, а также предусматривают цехи по приготовлению кормовых брикетов из лузги, мучки с добавлением мелассы. Генеральные планы гречезаводов и просозаводов проектируют аналогично генеральному плану рисозавода.

На предприятиях с площадки более 5 га предусматривают не менее двух въездов. Ширину ворот автомобильных въездов принимают не менее 4,5 м, а ширину ворот для железнодорожных въездов — не менее 4,9 м. К водоемам, которые могут быть использованы для тушения пожара, устраивают подъезды с площадками размером не менее 12×12 м. Пожарные гидранты размещают вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен здания.

Подземные сети строящихся зерноперерабатывающих предприятий прокладывают вне проезжей части автомобильных дорог. На территории реконструируемых предприятий допускается размещение подземных сетей под автомобильными дорогами. Вентиляционные шахты, входы и другие устройства каналов и тоннелей целесообразно размещать вне проезжей части и в местах, свободных от застройки.

При бесканальной прокладке допускается размещение сетей в пределах обочин. В соответствии со СНиП II-89-80 и постановлением Госстроя СССР № 279 от 30.12.85 г. расстояния по гори-

зонтали (в свету) от ближайших подземных инженерных сетей до зданий и сооружений следует принимать не более указанных в таблице III-2, за исключением газопроводов горючих газов, для которых приведенные в таблице расстояния являются минимальными.

III-2 Расстояние между сооружениями и инженерными сетями

Инженерные сети	Расстояние, м, от подземных сетей до:						
	фундаментов зданий и сооружений	фундаментов опор, галерей, эстакад	оси железных дорог	авто-дороги	фундаментов опор линий электропередачи		
				бортового камня	до 1 кВ на- руж-ного ос-вещения	выше 1 до 35 кВ	выше 35 кВ
Водопровод и напорная канализация	5,0	3,0	4,00	2,0	1,0	2	3
Самотечная канализация и водостоки	3,0	1,5	4,00	1,5	1,0	2	3
Дренажи	3,0	1,0	4,00	1,5	1,0	2	3
Газопроводы горючих газов:							
низкого давления до 0,05 МПа	2,0	1,0	3,75	1,5	1,0	5	10
среднего давления 0,05...0,3 МПа	4,0	1,0	4,75	1,5	1,0	5	10
высокого давления 0,3...0,6 МПа	7,0	1,0	7,75	2,5	1,0	5	10
Тепловые сети (от наружной стенки канала)	2,0	1,5	4,00	1,5	1,0	2	3
Силовые кабели всех напряжений и кабели связи	0,6	0,5	3,25	1,5	0,5	5	10
Каналы, тоннель	2,0	1,5	4,00	1,5	1,0	2	3

Примечание. Расстояние от подземных сетей до наружной бровки тротуара — 1 м.

Расстояние от водопровода и напорной канализации до наружной поверхности подземных резервуаров может быть уменьшено до 3 м, а до фундамента зданий и других сооружений — до 3 м при условии прокладывания водопровода в футляре.

Расстояние от тепловых сетей при бесканальной прокладке до зданий и сооружений следует принимать равным 5 м. Размещение силовых кабелей всех напряжений и кабелей связи над и под трубопроводами в вертикальной плоскости не допускается.

Расстояние от канализации до хозяйственно-питьевого водопровода принимают: до водопровода из железобетонных и асбесто-

цементных труб, прокладываемых в глинистых грунтах, — не менее 5 м; в крупнообломочных и песчаных грунтах — не менее 10 м; до водопровода из чугунных труб ϕ до 200 мм — не менее 1,5 м, ϕ более 200 мм — не менее 3 м; до водопровода из пластмассовых труб — не менее 1,5 м.

Расстояние между сетями канализации и производственного водопровода независимо от материала и диаметра труб, а также номенклатуры и характеристики грунтов должно быть не менее 1,5 м. Инженерные сети могут быть размещены над землей на опорах, эстакадах, в галереях или на стенах зданий и сооружений.

Высоту от уровня земли до низа труб или поверхности изоляции, прокладываемых на высоких опорах, следует принимать: в непроезжей части площадки (территории), в местах прохода людей — 2,2 м; в местах пересечения с автомобильными дорогами (от верха покрытия проезжей части) — 5 м; в местах пересечения с электрифицированными и неэлектрифицированными внутренними железнодорожными подъездными путями в соответствии со стандартом; в местах пересечения с трамвайными путями — 7,1 м от головки рельса; в местах пересечения с контактной сетью троллейбуса (от верха покрытия проезжей части дороги) — 7,3 м.

Благоустройство территории предприятия предусматривает озеленение территории, позволяющее обеспечивать защиту зданий и сооружений от пыли, ветра, создать необходимую чистоту воздуха. Озеленение выполняют одnorядной, двухрядной посадкой деревьев, а также кустарника. Породы деревьев подбирают с учетом климатических условий, специфики предприятия и устойчивости деревьев к вредным веществам, выделяемым предприятием.

Такие деревья, как липа, ель, сосна, черемуха, тополь, выделяют бактерицидные вещества, оздоравливающие воздушную среду. Однако в пределах нормативных противопожарных расстояний посадка деревьев хвойных пород не допускается.

Благоустройство территории должно обеспечить решение комплекса санитарно-гигиенических, эксплуатационных и эстетических условий всего персонала. Благоустроенные площадки для отдыха и гимнастических упражнений работающих размещают с подветренной стороны по отношению к зданиям с производствами, выделяющими выбросы в атмосферу. Размеры площадок принимают из расчета не более 1 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене. Площадь участков озеленения следует определять из расчета не менее 3 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене. Расстояние от зданий и сооружений до деревьев и кустарников следует принимать не менее указанных в таблице III-3.

О целесообразности размещения зданий и сооружений на генеральном плане судят по его технико-экономическим показателям.

III-3. Допустимые расстояния от сооружений до насаждений

Элементы здания и сооружений	Расстояния, м, до оси	
	ствола деревя	кустарника
Наружные грани стен зданий	5,0	1,5
Оси железнодорожных путей	5,0	3,5
Мачты и опоры осветительной сети, колонн, галерей, эстакады	4,0	—
Бортовой камень или кромка укрепленной полосы обочины дороги	2,0	1,2
Наружные грани подошвы подпорных стенок	3,0	1,0
Подземные сети:		
газопроводов, канализации тепловых сетей (от сте- нок канала)	1,5	—
силовых кабелей и кабелей связи	2,0	1,0
грубопроводов тепловых сетей при бесканальной	2,0	0,7
прокладке водопроводов, дренажей	2,0	—

Экономичность использования территории показывает коэффициент застройки (%):

$$K_z = \frac{\sum f_z}{F_o} \cdot 100,$$

где $\sum f_z$ — площадь, занимаемая всеми зданиями и сооружениями, м²; F_o — общая площадь территории, м².

Для зерноперерабатывающих предприятий допускается минимальная плотность застройки площадок 42...44 %.

Железнодорожные пути в пределах погрузочно-разгрузочных фронтов следует включать в площадь застройки, рассматривая их как погрузочно-разгрузочные площадки. В площадь застройки входят и погрузочно-разгрузочные площадки у автодорожных приемно-отпускных сооружений. Отношение длины территории к ее ширине не должно быть более трех.

Определяют коэффициент озеленения (%)

$$K_o = \frac{F_n}{F_o} \cdot 100,$$

где F_n — площадь организованных насаждений, м²; F_o — общая площадь территории, м².

Коэффициент озеленения территории должен быть не менее 15 %, а при повышенной застройке территории (более 50 %) — не менее 10 %.

В таблице III-4 представлены некоторые показатели генеральных планов действующих зерноперерабатывающих предприятий. Резервом улучшения технико-экономических показателей генеральных планов являются сокращение площадей территории и увеличение коэффициента застройки. Этого можно достичь, объединяя родственные

III-4. Показатели генеральных планов

Предприятие	Площадь территории, га	Коэффициент застройки, %	Число отдельных сооружений
Мукомольный завод мощностью, т/сут:			
до 220	4,5	20	14
до 220 с крупяным и комбикормовыми цехами	6,7	22	21
500	7,3	22	14
Комбикормовый завод мощностью 315 т/сут	4,2	19	12
Рисозавод мощностью 300 т/сут	6,5	22	14

по характеру производства здания и сооружения в общие блоки.

Объекты на генеральном плане изображают графически условными обозначениями в соответствии со стандартом: наносят здания, сооружения, сети водопровода, канализацию, энергоснабжения, теплоснабжения, газопровода, связи, объекты благоустройства и т. п.

На листе генерального плана приводят экспликацию зданий и сооружений, принятые условные обозначения, ориентацию зданий к розе ветров и странам света, а также технико-экономические показатели генерального плана.

Вопросы для самоконтроля. 1. Каким требованиям должна удовлетворять площадка для строительства предприятий? 2. Поясните классификацию зданий и сооружений зерноперерабатывающих предприятий. 3. Какие требования выполняют при проектировании генеральных планов? 4. По каким показателям оценивают эффективность размещения зданий и сооружений на генеральном плане?

IV Глава

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗДАНИЯМ

Здания зерноперерабатывающих предприятий относят к промышленным многоэтажным сооружениям, в которых технологический процесс организован по вертикали, т. е. сырье, промежуточные продукты, продукты переработки транспортируют на верхний этаж, откуда они самотечным транспортом поступают на нижние этажи для последующей переработки. Здания и сооружения должны быть экономичными и удовлетворять архитектурным, техническим и эксплуатационным требованиям. Архитектурные требования преду-

смаатривают соответствие облика здания, способов отделки применяемых материалов назначению здания.

Особое внимание при внутренней отделке уделяют санитарно-гигиеническим условиям труда всего персонала предприятия. Архитектура зерноперерабатывающих предприятий характеризуется четкостью и простотой, обусловленными в значительной степени индустриальными методами строительства, — сборкой зданий из железобетонных элементов, изготовленных на соответствующих заводах. В соответствии с техническими требованиями здания должны иметь необходимую прочность и устойчивость при работе в конкретных географических, климатических, гидрологических условиях с учетом специфики технологического процесса на данном предприятии.

Согласно эксплуатационным требованиям должно быть обеспечено соответствие конструктивных, объемно-планировочных решений здания характеру технологического процесса на данном предприятии, санитарно-гигиеническим требованиям, противопожарным нормам и правилам охраны труда и техники безопасности. Эксплуатационные и технические требования предусматривают в зависимости от назначения соответствующую капитальность промышленных зданий.

При проектировании предприятий, зданий и сооружений по хранению и переработке зерна (СНиП 2.10.05—85) должно быть обеспечено создание единого архитектурного ансамбля в увязке с архитектурой прилегающих предприятий населенного пункта. Здания и сооружения следует проектировать простых геометрических форм или в виде их сочетания. Производственные корпуса, рабочие здания элеваторов, корпуса для хранения зерна, сырья и готовой продукции с транспортными галереями, включая отдельно стоящие силосы и силосные корпуса, следует проектировать II класса по степени ответственности и II степени огнестойкости.

Здания зерновых складов и отдельные сооружения для приемки, сушки и отпуска зерновых продуктов и сырья, а также транспортные галереи зерновых складов допускается проектировать III класса по степени ответственности и III, IV и V степеней огнестойкости. При проектировании предприятий в сейсмических районах необходимо соблюдать требования СНиП II-7—81.

Промышленные здания с учетом их назначения подразделяют на группы. Производственные здания предназначены для размещения в них цехов, в которых осуществляется производство готовой продукции данного предприятия.

Подсобно-производственные здания предназначены для обслуживания основного производства (корпус подсобных помещений, приемные устройства). Складские здания применяют для хранения готовой продукции, сырья, различных материалов и т. д.

Здания транспортного хозяйства используют для обслуживания транспортных средств (депо для тепловоза, электровоза, авторемонтные мастерские, гаражи и т. п.). Здания энергетического на-

значения применяют для размещения трансформаторных подстанций, котельных, компрессорных станций и т. п. Группу санитарно-технических зданий составляют насосные станции, очистные сооружения, станции перекачки и т. п. Административно-хозяйственные и бытовые здания предназначены для размещения заводоуправления, лаборатории, столовой (буфетов), бытовых помещений и т. п.

§ 2. ТИПЫ ЗДАНИЙ И ИХ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Производственные здания зерноперерабатывающих предприятий представляют каркасную конструкцию. Для строительства многоэтажных каркасных зданий используют унифицированные сборные железобетонные элементы серии ИИ-20(70); ИИ-1.420; ИИ-04, из которых по унифицированным габаритным схемам можно строить здания с сетками колонн 6×6 и 9×6 м.

Для зданий с сеткой колонн 6×6 м предусмотрена нагрузка на междуэтажные перекрытия 1,0...2,5 кПа, а для зданий с сеткой колонн 9×6 м допускается нагрузка 0,5...1,5 кПа. Устойчивость каркаса в поперечном и продольном направлениях обеспечивается вертикальными железобетонными панелями (диафрагмами) или стальными связями.

В каркасные здания можно встраивать стальные силосы (бункера), а также железобетонные силосы с сеткой разбивочных осей 3×3 м, расположенные по всей ширине здания, при этом сетку колонн допускается принимать 6×3 м. Каркас здания выполняют из сборных железобетонных элементов серии ИИ-20, а бункера для зерна и готовой продукции — из элементов серии 3-702. Сборные конструкции используют для одноэтажных зданий складов напольного хранения сырья в таре, для подсобно-вспомогательных зданий и приемных устройств.

Мукомольный завод сортового помола пшеницы мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании. Строительная часть мукомольного завода выполнена с учетом СНиП. Проект разработан для следующих условий строительства: сейсмичность не выше шести баллов; расчетная зимняя температура — 30°C ; величина скоростного напора ветра — для третьего географического района СССР; здания класса II; степень огнестойкости II.

Строительная часть мукомольного завода разработана в основных решениях из сборных железобетонных унифицированных элементов. Использованы колонны и ригели серии 1.420-12, применяют также колонны по индивидуальным разработкам, как в типовом проекте мукомольного завода мощностью 600 т/сут.

Производственный корпус включает зерноочистительное, размольное отделения, отделение готовой продукции со складом бестарного хранения муки, которые скомпонованы в одном блоке. К нему примыкают одноэтажный склад для муки в таре, устройства для

отгрузки муки на железнодорожный и автомобильный транспорт.

Производственный корпус размещен в семитажном здании каркасной конструкции с размерами в плане 18×48 м и высотой 34,7 м. К зданию примыкают силосы зерноочистительного отделения, а с другой стороны — отделение готовой продукции со складом бестарного хранения муки. Применена сетка колонн каркаса 6×9 м. Для обеспечения устойчивости здания используют рамный каркас со стальными связями по всем этажам. Междуетажные перекрытия выполняют сборно-моноклитными, используя плиты. Силосы для неочищенного зерна, первичного и вторичного оттолаживания расположены рядом и имеют размер в плане 12×18 м.

Этажи зерноочистительного отделения под силосами имеют каркасную конструкцию, сетка колонн 3×6 м. На отметке 6.000 междуетажное перекрытие выполнено из монолитного железобетона. Силосы для зерна из объемных элементов 3×3 м занимают высоту 14,3 м и расположены выше отметки 10.650 до отметки 24.950. Перекрытие над силосами выполнено из сборных плит размером 3×3 м. Верхние два этажа зерноочистительного отделения имеют сетку колонн 6×6 м.

В зерноочистительном и размольном отделениях перекрытие этажей сборно-моноклитное. На первых двух этажах размольного отделения перекрытие выполнено сборными плитами по серии 1.922-1.1. Лестничная клетка занимает площадь 6×9 м, марши сборные из элементов серии 3.702-1/79. В лестничной клетке размещены пассажирский и грузовой подъемники, тамбур-шлюзы.

В отделении готовой продукции бункера на двух этажах и силоса на четырех этажах для бестарного хранения готовой продукции имеют размер 3×3 м и выполнены из объемных, плоских и угловых элементов серии 3.702-1/79. В складе бестарного хранения муки подсилосный каркас имеет сетку колонн 3×6 м. Перекрытие силосов выполнено сборными железобетонными плитами 3×3 м, марки «ПН» по серии 3.702-1/79. Верхний этаж отделения готовой продукции имеет сетку колонн 6×8 м.

С торца склада бестарного хранения расположен одноэтажный склад готовой продукции в таре. С фасадных сторон склада бестарного хранения в трехэтажных зданиях расположены устройства для отпуска муки на железную дорогу и автомобильный транспорт. Здание для отпуска муки на железную дорогу имеет размеры в плане 6×18 м, для отпуска муки на автомобильный транспорт — 12×18 м, высоту 15,5 м.

Комбикормовый завод мощностью 735 т/сут. Размеры производственного корпуса в плане 24×30 м, сетка колонн 6×6 м, имеет высоту 38,0 м, высота этажей 6 и 4,8 м. Здание производственного корпуса семизэтажное, сборное из элементов серии ИИ-20-1/70 (колонны, плиты, ригели). В одном из пролетов по каждому ряду колонн в продольном направлении установлены металлические связи.

Перекрытия сборно-монолитные. Стеновые панели керамзитобетонные по серии 1.432-5. Фундаменты — монолитные, железобетонные в виде перекрестных лент, под стены первого этажа установлены сборные фундаментные балки (серия 1.415-1) и монолитные бетонные ленты. Окна деревянные. Полы ксилолитовые. Кровля рулонная, из четырех слоев биостойкого рубероида.

Корпус зернового сырья имеет размеры в плане 24×36 м. Подсилосный и надсилосный этажи имеют высоту 6 м. Фундаментом является монолитная железобетонная плита с подколонниками стаканного типа, которые расположены по сетке колонн 3×3 м. Колонны подсилосного этажа, стены силосов собраны из элементов серии 3.702-1. Надсилосное перекрытие выполнено из плит 3×3 м, покрытие и плиты по серии 1.465-7.

Размеры корпуса мучнистого сырья в плане 24×24 м. Фундаментом служит монолитная железобетонная плита. Два подсилосных этажа имеют высоту 6 и 4,8 м, сетка колонн 3×6 м, колонны серии ИИ-20-1/70. Силосная часть выполнена из элементов 3×3 м, надсилосное перекрытие из плит 3×3 м серии 3.702-1. Стеновые и простеночные панели выполнены из элементов серии 1.432-5. Окна деревянные по стандарту.

Склад напольного хранения сырья размещен в трехэтажном здании размером в плане 18×60 м, сетка колонн 6×6 м, высота этажей — 4,8 м. Фундаментом служат отдельно стоящие башмаки. Фундаментные балки сборные из элементов серии 1.415-1. Колонны, ригели серии ИИ-20-1/70, а стеновые панели — серии 3.702-1. Полы асфальтобетонные, толщиной 40 мм, кровля — из четырех слоев биостойкого рубероида.

Корпус шротов имеет размеры в плане 24×30 м, высоту 31,1 м. Фундамент представляет собой монолитную железобетонную плиту с подколонниками, сетка колонн 3×3 м. Подсильный этаж имеет сетку колонн 3×3 м высотой 6 м.

Силосная часть высотой 18 м и выполнена из элементов размером 3×3 м. Надсилосный этаж представляет собой металлический каркас, имеет сетку колонн 6×6 м, его высота 6 м. Колонны подсилосного этажа, элементы силосов, плиты надсилосного перекрытия, панели стен являются сборными железобетонными элементами серии 3.702-1.

Корпус готовой продукции имеет размеры в плане 18×24 м. Фундаментом служит монолитная железобетонная плита. Два подсилосных этажа имеют высоту 6 и 4,8 м, сетку колонн 3×6 м. Силосная часть корпуса высотой 20,4 м выполнена из элементов 3×3 м. Надсилосный этаж имеет сетку колонн 6×6 м высотой 6 м. Железобетонные элементы колонны подсилосных этажей и ригели выполнены по серии ИИ-22-2/70 и ИИ-23-3/70; элементы силосов, плиты надсилосного перекрытия — серии 3.702-1; стеновые, карнизные и простеночные панели — из элементов серии 1.432-5.

Фундаменты. Фундаментами называют конструкции, располагаемые ниже уровня земли, воспринимающие нагрузки от здания или сооружения и передающие их на основание. По конструкции фундаменты бывают ленточными, сплошными, свайными и столбчатыми (стаканными), а по способу возведения — монолитными и сборными. Под колонны каркасных зданий устанавливают сборные фундаменты в виде ступенчатых блоков, в верхней части которого имеется «стакан», в который вставляют колонну.

Под бункерами для неочищенного зерна, отволаживания зерна, готовой продукции, как и под силосами зерновых элеваторов, применяют фундаменты в виде сплошных монолитных плит и ленточные из перекрывающихся лент. Ленточные фундаменты выполняют под несущими стенами зданий. Обычно ленточные фундаменты возводят сборными из бетонных и железобетонных блоков.

В зданиях каркасной конструкции применяют фундаментные балки, которые предназначены для опирания наружных и внутренних самонесущих стен. Изготавливают их из железобетона, длиной до 6 м, сечение балок трапециевидное или тавровое. Укладывают их на уступы фундаментов колонн, а при большой глубине заложения фундаментов — на подставки (бетонные столбики).

Глубину заложения фундаментов на естественном основании следует принимать в соответствии со СНиП 2.02.01—83. Как правило, в каркасных зданиях под каждую колонну предусматривают отдельный фундамент. Свайные фундаменты рекомендуются в случаях, когда расчетные деформации естественного грунта превышают допустимые и не обеспечивается устойчивость основания.

Каркас. Сборный каркас промышленных многоэтажных зданий образуют следующие конструктивные элементы: колонны, ригели, плиты, стены. Применяют колонны прямоугольного сечения $0,4 \times 0,6$ и $0,4 \times 0,4$ м. В пяти- и более этажных зданиях на первых двух — четырех этажах устанавливают колонны сечением $0,4 \times 0,6$ м, а на последующих этажах — $0,4 \times 0,4$ м. Колонны имеют одну либо две трапециевидные консоли для опоры ригелей. Колонны, устанавливаемые в середине здания, имеют две консоли, вылет каждой 0,2...0,3 м, а крайние колонны — консоль с одной стороны. Колонны в плане здания имеют сетку 6×6 или 9×6 м, этажи здания под бункерами (силосами) — сетку колонн 3×6 м. На консолях монтируют ригели (балки междуэтажных перекрытий), которые жестко соединяют с колоннами сваркой закладных деталей.

Ригели из сборного железобетона бывают прямоугольного сечения $0,3 \times 0,8$ м и с опорными полками (габаритные размеры в сечении $0,65 \times 0,8$ м), длиной 6 и 9 м.

Междуэтажные перекрытия. В каркасных зданиях их выполняют

сборно-монолитными с использованием типовых унифицированных деталей — ригелей, ребристых железобетонных плит, по которым укладывают пол.

Для производственных и рабочих зданий участки перекрытий с большим числом технологических отверстий, как правило, следует проектировать сборно-монолитными со сборными плитами с полкой толщиной до 30 мм и монолитным слоем железобетона сверху, а также сборными (при соответствующем обосновании) с высверливанием отверстий. Все отверстия в перекрытиях после установки оборудования должны быть заделаны бетоном.

Строительная промышленность выпускает два типоразмера плит: основные (рядовые), имеющие ширину 1,5 м, используемые для укладки рядами и выполнения перекрытия; доборные (пристенные) шириной 0,74 м, которые укладывают около продольных стен. Высота ребристых плит 0,4 м. Выполняя перекрытие, железобетонные ребристые плиты можно монтировать двумя способами: на полках ригелей, междуэтажные перекрытия имеют высоту 0,9 м (рис. IV-1), на верхней поверхности прямоугольных ригелей, междуэтажные перекрытия имеют высоту 1,3 (рис. IV-2).

В первом случае высота перекрытия меньше, что позволяет более рационально использовать объем здания, во втором случае достигается максимальная унификация типоразмеров плит перекры-

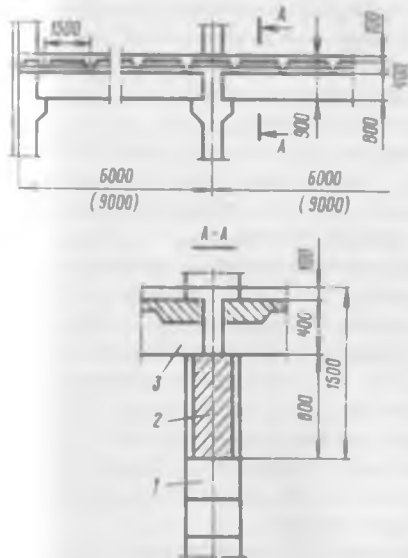


Рис. IV-1. Сборное железобетонное перекрытие (тип I):

1 — колонна; 2 — ригель; 3 — плита перекрытия

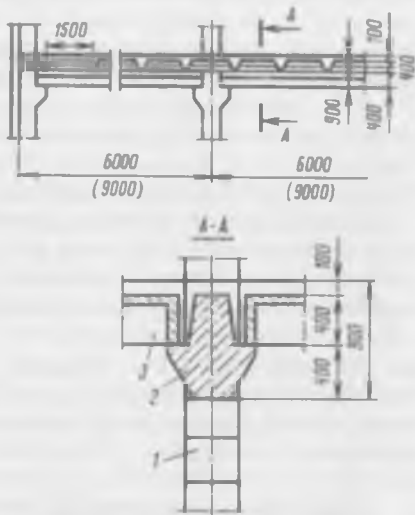


Рис. IV-2. Сборное железобетонное перекрытие (тип II):

1 — колонна; 2 — ригель; 3 — плита перекрытия

тия. Плиты имеют различную длину, которая обусловлена способом их монтажа: плиты, монтируемые около торца здания, имеют длину 5,05 м; длина плит, монтируемых на полках ригелей, составляет 5,55 м; плиты, монтируемые на поверхности ригеля, имеют длину 6,0 м.

Типы покрытий полов следует назначать в соответствии с требованиями СНиП-В.8—71 и с учетом требований технологии производства, при этом в помещениях с пыльными производствами следует предусматривать типы покрытий полов, обеспечивающие легкость их очистки и малое пылевыведение.

Стены. Наружные стены зданий ограждают конструкцию, защищают внутреннее пространство от атмосферных воздействий, пыли, шума и позволяют поддерживать требуемый влаготемпературный режим в помещении. Стены должны удовлетворять требованиям огнестойкости, долговечности, прочности, быть экономичными и удовлетворять требованиям эстетики.

Наружные ограждающие конструкции помещений с производствами категорий Б, а также зерноочистительных отделений мукомольных заводов следует проектировать из легкосбрасываемых конструкций, площадь которых принимают не менее 0,03 м² на 1 м³ взрывоопасного помещения. Торцевые стены помещений с отношением сторон свыше 3:1 должны иметь легкосбрасываемые конструкции.

В каркасных конструкциях зерноперерабатывающих предприятий применяют самонесущие стены, которые несут только собственную нагрузку и не воспринимают нагрузку от других конструктивных элементов здания. Стеновые панели обычно крепят к колоннам каркаса и устанавливают на фундаментные балки.

При ленточном остеклении здания используют навесные панели — разновидность самонесущих стен. Длина стеновых панелей составляет 6 и 9 м; высота — 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; толщина 0,2...0,3 м. Стеновые панели крепят к каркасу навешиванием.

Окна. Оконные проемы предназначены для естественного освещения помещений, а также их аэрации. Число оконных проемов, их размеры и форму увязывают с архитектурно-художественными требованиями, предъявляемыми к зданиям и сооружениям, согласуют с нормами освещенности. Для естественной освещенности используют отдельные оконные проемы, а в современных зданиях каркасного типа применяют сплошное, ленточное остекление — оконные блоки и панели. Высота окна при ленточном остеклении обычно принимается 0,6; 1,2; 1,8 м шириной 6 м. Оконные переплеты выполняют из железобетона, металла и дерева.

О величине естественной освещенности можно судить по отношению площади окон данного этажа к площади пола этого этажа и оно должно быть: в складе готовой продукции, раздевалках 0,1;

в административном корпусе, лаборатории 0,20...0,25; в производственном корпусе 0,125...0,33.

Определяют естественную освещенность по формуле

$$E = \frac{abn}{F},$$

где ab — площадь оконного проема, м^2 ; n — число оконных проемов; F — площадь этажа, м^2 .

Лестницы и лестничные клетки. Лестницы промышленных зданий по целевому назначению классифицируют так: основные, служебные, пожарные, аварийные.

Основные лестницы размещают в лестничных клетках внутри здания, их стены, как правило, выкладывают кирпичом, они должны быть прочными и огнестойкими. Лестничные клетки в зданиях размещают между отделениями для удобного сообщения. В каркасных конструкциях зданий для лестничных клеток выделяют пролет (6×6 ; 6×9 м), в котором размещают лестничную клетку из сборного железобетона и пассажирский лифт при постоянно работающих на этажах, расположенных выше 15 м от уровня входа в здания. Лестничная клетка должна быть незадымляемой с поэтажными входами через наружную воздушную зону по балконам или лоджиям.

Грузовой лифт в производственных помещениях следует предусматривать при наличии требований технологии производства, при этом выходы в помещение с категориями производства Б и В должны быть устроены через тамбур-шлюзы с подпором воздуха во время пожара 20 Па.

Размеры железобетонных лестниц принимают по нормам проектирования производственных зданий и для эвакуации не более 50 чел., допускается принимать ширину лестничных маршей 0,9 м и уклон 1,0 : 1,5. Наружные открытые стальные лестницы, используемые для эвакуации, проектируют с уклоном до 1,7 : 1,0.

Ширину маршей открытых лестниц, ведущих на площадки, антресоли и в прямки, можно уменьшать до 0,7 м, уклон маршей увеличить до 1,5 : 1,0, а при нерегулярном пользовании — до 2 : 1. Для осмотра оборудования при высоте подъема до 10 м следует предусматривать вертикальные одномаршевые лестницы шириной до 0,6 м.

Допускается использовать в зданиях и сооружениях, где на этажах нет постоянно работающих, один эвакуационный выход по незадымляемой лестничной клетке или по открытой наружной, не защищенной от огня стальной лестнице с маршами шириной не менее 0,7 м и с уклоном не более 1 : 1.

Двери. Двери промышленных зданий изготавливают в соответствии со стандартом. По назначению они бывают эвакуационные, транспортные (для перемещения грузов) и запасные; по степени огнестойкости — обыкновенные и огнестойкие; по расположению —

наружные и внутренние. Дверные полотна изготавливают остекленными или глухими, одно- и двухстворчатыми. Ширина полотен глухих одностворчатых дверей 0,6...1,1 м, высота 2,0 и 2,3 м. Ширина полотен двухстворчатых дверей 0,7 и 0,9 м, а высота 2,3 м.

Покрытия. В зданиях каркасной конструкции применяют бесчердачное покрытие, которое состоит из сборных железобетонных плит, слоя — стяжки, кровли и защитного слоя. На слой — стяжку укладывают кровлю из рулонных кровельных материалов — толя, стеклорубероида, гидролиза, рубероида.

Применяемый кровельный материал наклеивают мастикой в три-четыре слоя (рулонный ковер) и выполняют кровлю с уклоном 2...3 %. Рулонный ковер для защиты от солнечных лучей покрывают слоем из светлого гравия с крупностью зерен 5...10 мм, втопленного в антисептированную битумную мастику.

Вопросы для самоконтроля. 1. Каким требованиям должны удовлетворять здания зерноперерабатывающих предприятия? 2. Какие конструкции применяют для производственных зданий зерноперерабатывающих предприятий? 3. Из каких конструктивных элементов состоит здание зерноперерабатывающего предприятия? 4. К каким категориям производств относят производства зерноперерабатывающих предприятий?

У Глава

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОЕКТАМ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Современные мукомольные заводы должны отвечать всем требованиям научно-технического прогресса отрасли по использованию зерна, энергии, технологического и транспортного оборудования, механизации и автоматизации производственных процессов. Проектирование новых и техническое перевооружение действующих мукомольных заводов должно осуществляться в соответствии с ведомственными нормами технологического проектирования и Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах*. Согласно указанным нормам, основные требования, предъявляемые к строительству новых и техническому перевооружению действующих мукомольных заводов, сводятся к обязательному выполнению ряда новых положений.

Определение мощности и вида помола мукомольного завода необходимо производить на основе тщательного технико-экономического обоснования и задания на проектирование с учетом перспектив развития предприятия. Установлен непрерывный трехсменный режим работы мукомольного завода в течение 300 рабочих дней

* В дальнейшем Правила.

в году с тремя ежемесячными остановками по 16 ч для проведения профилактических осмотров и ремонтов оборудования. Для эффективного смешивания зерна различного качества и создания крупных помольных партий запасы зерна на мукомольных заводах должны составлять и обеспечивать трехмесячный период его непрерывной работы.

В элеваторах и зернохранилищах необходимо предусматривать предварительную очистку зерна и отбор мелкой фракции. Для хранения выработанной муки на мукомольном заводе следует использовать бункера из расчета ее десятисуточной выработки. Вспомогательные помещения проектируют в пристройках в торце производственных зданий, за исключением зерноочистительного отделения. В производственном корпусе мукомольного завода возможно предусматривать диспетчерскую, вальцерезную мастерскую, а также подсобные помещения без постоянного пребывания в них людей.

В состав мукомольного завода включают следующие подразделения: отделение очистки и подготовки зерна к помолу с линией обработки отходов; размольное отделение; отделение готовой продукции с цехами формирования муки по сортам, гранулирования отрубей, выбоя муки в тару, расфасовки муки в мелкую тару и хранения муки в таре и бестарно. В проектах мукомольных заводов следует предусматривать эффективную комплексную механизацию грудоемких процессов и автоматизацию; рациональное использование производственных площадей при размещении оборудования с учетом требований действующих норм и правил техники безопасности и производственной санитарии для предприятий системы хлебопродуктов; использовать разработанные в отрасли требования научной организации труда.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОЧИСТКИ, ПОДГОТОВКИ И РАЗМОЛА ЗЕРНА

Опыт эксплуатации новых мукомольных заводов производительностью 500 т/сут, оснащенных комплектным оборудованием, показал их высокую эффективность как по использованию зерна, так и по выходам и качеству зерна. Поэтому в настоящее время строительство новых мукомольных заводов, реконструкция и техническое перевооружение действующих производств в основном на основе применения технологии и оборудования указанных заводов. Вопросы проектирования этих заводов и будут рассмотрены в данной главе.

Виды помолов и ассортимент муки. Для мукомольных заводов, оснащенных комплектным высокопроизводительным оборудованием, рекомендуются сортовые помолы пшеницы и ассортимент готовой продукции и отходов, приведенные в таблице V-1.

При использовании в схеме очистки и подготовки зерна к помолу моечных машин или машин для влажного шелушения зерна

V-1. Рекомендуемые виды сортовых хлебопекарных помолов пшеницы
(для зерна базисных кондиций)

Продукты	Виды помолов и выход продукции в %					
	одно- сорт- ный 75 %-ный	трех- сорт- ный 78 %-ный	двухсортные		двухсортные	
			78 %-ный		80 %-ный	
Мука:						
высший сорт	75	55	65	50	30	60
первый «	—	15	—	28	50	—
второй «	—	8	13	—	—	20
Отруби:	21,5	18,5	18,5	18,5	16,5	16,5
Отходы I и II категорий	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Отходы III категории и механи- ческие потери (без мойки зерна)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Итого	100	100	100	100	100	100

нормы выхода отходов III категории и механических потерь увеличиваются на 0,1 % в результате соответствующего уменьшения выхода отходов I и II категорий. При реконструкции и техническом перевооружении действующих мукомольных заводов могут быть утверждены для них и другие виды помолов при условии обоснования их высокой технико-экономической эффективности.

Очистка и подготовка зерна к помолу. В ЦНИИпромзернопроект разработаны схемы технологических процессов, обеспечивающих высокую эффективность очистки и подготовки зерна к помолу для мукомольных заводов сортового помола пшеницы производительностью 250 и 500 т/сут, оснащенных комплектным высокопроизводительным оборудованием. Технологический процесс очистки и подготовки зерна к помолу проектируют из двух этапов: предварительной очистки зерна от примесей в элеваторе и окончательной очистки и подготовки зерна в зерноочистительном отделении мукомольного завода.

Технологическая схема предварительной очистки зерна от примесей в элеваторе представлена на рисунке V-1. Для выделения грубых примесей неочищенное зерно вначале направляют в скалпелатор А1-БЗО-100, а затем в бункера под сепараторами. Поскольку в каждом сепараторе четыре приема зерна, то они загружаются из двух бункеров, размещенных перед каждым сепаратором. В ситовом кузове сепаратора установлены два яруса сит, а в каждом ярусе по два сита. Первый ярус состоит из двух сортировочных сит с отверстиями ϕ 8 мм. Второй ярус включает два подсевных сита с треугольными отверстиями размером 3,5 мм. В результате очистки зерна в сепараторе А1-БИС-100 выделяют крупные примеси

сходом с сортировочных сит, мелкие примеси — проходом подсевных сит, а легкие в пневмосепарирующем канале. Очищенное зерно направляют в сепаратор А1-БСФ-50 или А1-БСШ-50 для дальнейшей очистки и выделения мелкой фракции зерна. Указанные размеры сит необходимо изменять, учитывая крупность перерабатываемого зерна. Эффективность предварительной очистки зерна по выделению сорной примеси должна быть не менее 50 %.

Очищенную крупную фракцию зерна, имеющую высокие технологические показатели, направляют в зерноочистительное отделение для окончательной очистки, а мелкую фракцию — на комбикормовый завод для производства комбикормов. Количество отбираемой мелкой фракции и порядок ее реализации устанавливаются специальными инструкциями и Правилами. Зерно, направляемое в зерноочистительное отделение мукомольного завода после предварительной очистки в элеваторе, должно соответствовать следующим нормам качества: содержание

сорной примеси не более 1 %, в том числе вредной не более 0,2 %; влажность, зольность, стекловидность и др. показатели должны соответствовать правилам и стандартам.

Передача предварительно очищенного в элеваторе зерна в зерноочистительное отделение мукомольного завода осуществляется отдельными потоками, что позволяет создать в зерноочистительном отделении две либо четыре промежуточные партии зерна, различающиеся по таким признакам качества, как типовой состав, стекловидность, количество и качество клейковины, влажность и другие показатели.

Различные исходные партии зерна из элеватора поступают в зерноочистительное отделение поочередно в соотношениях, установленных рецептурой помольной смеси для каждой секции муко-

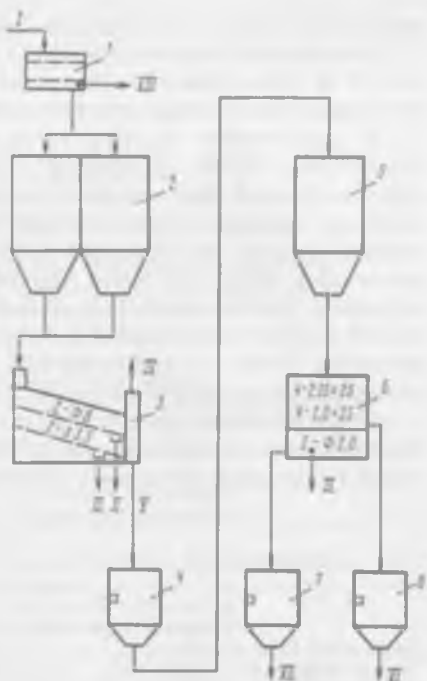


Рис. V-1. Технологическая схема предварительной очистки зерна в элеваторе:

1 — свальператор А1-БЗО-100; 2, 5 — бункера над сепараторами; 3 — сепаратор А1-БИС-100; 4, 7, 8 — автоматические весы ДН-200; 6 — сепаратор А1-БСФ-50; I — исходная зерновая смесь; II — крупные примеси; III — мелкие примеси; IV — легкие примеси; V — очищенное зерно; VI — крупная фракция зерна; VII — мелкая фракция зерна; VIII — грубые примеси

мольного завода. Вместимость бункеров для неочищенного зерна в зерноочистительном отделении следует принимать не менее чем на 50 ч непрерывной работы завода для создания возможностей и условий формирования помольных партий зерна.

В зависимости от мощности мукомольного завода очистку и подготовку зерна производят в одной (мощность завода около 250 т/сут) или двух секциях (мощность завода 500 т/сут). В свою очередь, каждая секция состоит из двух параллельных технологических линий, на которых осуществляют очистку и подготовку различных промежуточных партий зерна. При двухсекционном построении технологической схемы очистки подготовки зерна на одной из них обрабатывают высокостекловидную пшеницу (стекловидность более 55 %, секция А), а на другой — низкостекловидную пшеницу (стекловидность менее 55 %, секция Б).

Последовательность технологических операций и применяемое высокопроизводительное оборудование для очистки и подготовки зерна к сортовым помоям пшеницы приведены ниже.

Технологические операции	Оборудование и устройства
<i>Очистка поверхности зерна влажным способом</i>	
Накопление запасов зерна	Бункера для неочищенного зерна
Дозирование зерна из бункеров	Регуляторы расхода зерна в потоке
Формирование потоков зерна	Винтовые конвейеры
Подогрев охлажденного зерна	Подогреватели
Взвешивание зерна	Автоматические весы
Сепарирование зерна	Воздушно-ситовые сепараторы
Выделение минеральных примесей	Камнеотделительные машины
Выделение коротких и длинных примесей	Дисковые триеры-куколетборники и -овсюгоотборники
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные сепараторы
Первичная очистка поверхности зерна	Вертикальные обоечные машины
Сепарирование зерна	Пневмосепараторы
Очистка поверхности зерна влажным способом	Машины влажного шелушения
Первичное кондиционирование зерна	Увлажнительные аппараты, бункера для поточного отволаживания
Дозирование зерна из бункеров	Регуляторы расхода зерна в потоке
Формирование помольной партии зерна в потоке	Винтовые конвейеры
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные сепараторы
Вторичное кондиционирование зерна	Увлажнительные аппараты, бункера для поточного отволаживания
Дозирование зерна из бункеров вторичного кондиционирования	Регуляторы расхода зерна в потоке
Формирование потока зерна	Винтовые конвейеры
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные сепараторы
Вторичная очистка зерна	Вертикальные обоечные машины
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные сепараторы
Стерилизация зерна	Энтолейторы
Сепарирование зерна	Аспираторы

Технологические операции	Оборудование и устройства
Увлажнение оболочек зерна перед I дражной системой	Увлажнительный аппарат, бункер над I дражной системой
Взвешивание очищенного и подготовленного зерна	Автоматические весы с устройством для управления расходом зерна
<i>Очистка поверхности зерна сухим способом</i>	
Накопление запасов зерна	Бункера для неочищенного зерна
Дозирование зерна из бункеров	Регуляторы расхода зерна в потоке
Формирование потоков зерна	Винтовые конвейеры
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные аппараты
Подогрев охлажденного зерна	Подогреватели
Взвешивание зерна	Автоматические весы
Сепарирование зерна	Воздушно-ситовые сепараторы
Выделение минеральных примесей	Камнеотделительные машины
Повторное сепарирование зерна	Концентраторы
Фракционированием по плотности	
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные сепараторы
Выделение коротких примесей из тяжелой фракции зерна	Триеры-куколеотборники
Очистка поверхности зерна	
Выделение металломагнитной примеси	Горизонтальные обоечные машины, аспираторы
Выделение коротких примесей	Магнитные сепараторы
Первичное кондиционирование зерна	Триеры-куколеотборники
Дозирование зерна из бункеров	Аппараты интенсивного увлажнения зерна, бункера для поточного отволаживания
Формирование помольной партии зерна в потоке	Регуляторы расхода зерна в потоке
Выделение металломагнитной примеси	Винтовые конвейеры
Сепарирование зерна	
Вторичное кондиционирование зерна	Магнитные аппараты
Дозирование зерна из бункеров	Воздушные сепараторы каскадного типа
Формирование потока зерна	Увлажнительные аппараты, бункера для отволаживания
Выделение металломагнитной примеси	Регуляторы расхода зерна в потоке
Вторичная очистка поверхности зерна	Винтовые конвейеры
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные аппараты
Стерилизация зерна	Горизонтальные обоечные машины
Сепарирование зерна	Магнитные аппараты
Увлажнение оболочек зерна перед его подачи в размольное отделение	Энтолеоры
Взвешивание очищенного и подготовленного зерна	Аспираторы
	Аппарат интенсивного увлажнения зерна, бункер над I дражной системой
	Автоматические весы с устройством для управления расходом зерна

Для равномерного истечения зерна из бункеров и предотвращения его самосортирования в каждом бункере предусмотрено 16 выпускных отверстий, соединенных самотечными трубами и сборным копусом. Под каждым бункером установлен автоматический электронный дозатор УРЗ-1, обеспечивающий подачу заданного потока зерна из бункера для формирования промежуточной партии.

Из бункеров по заданной рецептуре, выполнение которой обеспечивает электронный дозатор, зерно подается на сборные винтовые конвейеры, в которых смешивается подготовленная партия на каждой из двух параллельных технологических линиях производительностью 6 т/ч каждая. Наличие двух линий позволяет дифференцированно производить очистку и подготовку двух промежуточных партий зерна, отличающихся по качеству (стекловидности, влажности, количеству и качеству клейковины, типовому составу).

Параллельная очистка и подготовка двух промежуточных партий зерна проводится на всех технологических операциях этапа первичной очистки и подготовки зерна к помолу, включая первичное увлажнение и отволаживание в бункерах. Обе сформированные промежуточные партии зерна параллельными потоками вначале направляют в магнитные аппараты У1-БМЗ, а затем в пневмоприемники нагнетательных пневмотранспортных сетей.

Зерно из пневмотранспортных сетей поступает в разгрузители У2-БРО и затем в подогреватели БПЗ, которые предназначены для подогрева зерна в зимний период до температуры 18...20 °С. Зерно каждого потока взвешивают на автоматических весах порционного действия АВ-50-ЗЭ, которые служат для оперативного учета зерна, поступившего в зерноочистительное отделение.

Первичная очистка зерна от примесей осуществляется в сепараторах А1-БИС-12, в которых выделяют крупные, мелкие и легкие примеси и направляют их на линию обработки отходов. На данном этапе очистки устанавливают следующие размеры сит: для сортировочных — 4,25 × 25 мм, для подсевных — ϕ 2 мм. Воздух после сепаратора очищается в горизонтальном коническом циклоне А1-БЛЦ и далее в вертикальном фильтре. Очищенное в сепараторе зерно направляется в камнеотделительную машину РЗ-БКТ, где выделяются минеральные примеси, отличающиеся от зерна по плотности (камни, галька и др.)

Зерно от примесей очищают разными способами. При сухом способе очистки поверхности зерна, который является более прогрессивным, после выделения минеральных примесей из зерна его подвергают фракционированию по плотности в концентраторах А1-БЗК-9, где получают две фракции зернового потока: тяжелую (около 70 %) и легкую (около 30 %). Выделяют также мелкие и легкие примеси, которые направляют в цех отходов. Тяжелую фракцию, содержащую наиболее выполненное и полноценное зерно, подают через магнитные аппараты в триеры-куколеотборники А9-УТК-6, а легкую, содержащую щуплые зерна и другие примеси, — в горизонтальные обоечные машины РЗ-БГО-6 через магнитные аппараты, установленные перед этими машинами.

В обоечных машинах разрушаются щуплые и поврежденные зерна, а полученные отходы выделяются в воздушных сепараторах РЗ-БАБ. Очищенная легкая фракция зерна подсоединяется затем к

тяжелой фракции и поступает в куколеотборники. Отходы куколеотборников (куколь, битое зерно) направляют на линию обработки отходов.

Выделением коротких засорителей в куколеотборниках завершается первичная очистка зерна и оно направляется на первичную гидротермическую обработку, которая заключается в увлажнении и отволаживании зерна. Увлажнение производят в машинах интенсивного увлажнения А1-БШУ-2. Для повышения эффективности увлажнения следует применять теплую воду, чтобы температура зерна, поступающего на 1 драную систему, была не менее 25 °С, с учетом подогрева зерна в подогревателях. Машина интенсивного увлажнения А1-БШУ-2 обеспечивает равномерное и интенсивное увлажнение поверхности каждой зерновки при максимальном приросте влаги в зерне до 5%. В этой же машине происходят частичное шелушение и очистка поверхности зерновок в результате взаимного трения их поверхностей.

Следует предусматривать непрерывное увлажнение и отволаживание зерна в потоке на всех этапах гидротермической обработки зерна с обеспечением равномерной загрузки и выгрузки всех бункеров, обслуживающих данный поток. Режим гидротермической обработки, определяемый величиной прироста влаги и временем отволаживания зерна, устанавливают дифференцированно для каждого потока, исходя из технологических свойств зерна и в соответствии с рекомендацией действующих Правил. Вместимость бункеров для отволаживания следует рассчитывать по максимальному времени пребывания в них зерна (36 ч суммарно для всех этапов гидротермической обработки) с последующим распределением на этапы первичной и вторичной обработки.

Проведение гидротермической обработки осуществляется по гибкой технологической схеме, позволяющей оперативно изменять величину увлажнения, время отволаживания и кратность обработки зерна. В зависимости от технологических свойств зерна возможно однократное увлажнение и отволаживание либо двухкратное с использованием этапа вторичной подготовки. Вторичная подготовка предусматривается в основном для зерна высокой стекловидности и низкой влажности (менее 11%).

После завершения первичной очистки и гидротермической обработки зерна в обеих технологических линиях зерновые потоки смешиваются в одну помольную партию и дальнейшую обработку зерна осуществляют единым потоком с производительностью 10,5 т/ч. В случае применения вторичного увлажнения и отволаживания этот поток направляют в воздушный сепаратор каскадного типа и увлажнительный аппарат А1-БАЗ, а затем в бункера вторичного отволаживания.

После завершения гидротермической обработки объединенный поток зерна подают на вторичную очистку его поверхности и от

примесей. Последовательность операций на данном этапе следующая: магнитное сепарирование в аппаратах У1-БМП-01, шелушение в горизонтальной обоечной машине РЗ-БГО-8, повторное магнитное сепарирование, обработка в энтолейторах РЗ-БЭЗ, воздушное сепарирование в сепараторах РЗ-БАБ. В энтолейторах стерилизуют зерно для ликвидации скрытой зараженности. При этом зерно, имеющее скрытую зараженность вредителями, например клопом-черепашкой, частично разрушается, а появившиеся в зерновой массе легкие примеси выделяются в воздушном сепараторе.

По завершении вторичной очистки зерна его направляют для увлажнения поверхностных слоев, чтобы повысить их прочность и не допустить значительного снижения их влажности при размоле зерна. Увлажняют поверхностные слои зерна в увлажнительной машине интенсивного действия А1-БШУ-1, в которой доувлажняют зерно на 0,3...0,5 % и отволаживают в бункере перед 1 драной системой в течение 20...30 мин. Подготовительное зерно взвешивают на автоматических весах АВ-50-ЗЭ, удаляют оставшуюся металломагнитную примесь в магнитных аппаратах и подают на 1 драную систему.

Особенность проектирования схемы с очисткой поверхности зерна влажным способом заключается в направлении зерна после выделения минеральных примесей в триеры-куколетборники А9-УТК-6, а затем в овсюгоотборники А9-УТО-6. Далее следует обработка в магнитных сепараторах, вертикальных обоечных машинах РЗ-БМО-6, машинах влажного шелушения А1-БШМ и увлажнительных аппаратах А1-БУЗ. Дальнейшая очистка и подготовка зерна не отличается от схемы с сухим способом очистки поверхности зерна.

Отходы, получаемые при очистке зерна, подразделяют на три категории и выделяют отдельно куколь. Отходы I и II категорий размещают в бункере, а затем их измельчают в дробилках ДМ, взвешивают на автоматических весах и направляют в цех отходов. Отходы III категории, получаемые с сепаратора А1-БИС-12 и пневмосепараторов, накапливают в специальном бункере, а затем подают в цех отходов.

Производительность технологического оборудования на этапе первичной очистки зерна принимают на 10...20 % выше производительности размольного отделения, а производительность транспортных механизмов — на 10...15 % больше производительности линий технологического потока. Так, для мукомольного завода мощностью 250 т/сут при устройстве двух технологических линий на этапе первичной очистки и подготовки зерна к помолу производительность каждой из них принимают по 6 т/ч, а потока на вторичной очистке и подготовке — 10,5 т/ч.

Рассмотренная технологическая схема и комплектное технологическое и транспортное оборудование обеспечивают высокую

эффективность очистки и подготовки зерна к помолу, при которой содержание примеси в очищенном зерне составляет около 0,10...0,20 %, а зольность зерна снижается на 0,05...0,10 %.

Размол зерна. Осуществляют в размольном отделении мукомольного завода, которое должно быть отделено от зерноочистительного отделения, так как эти отделения относятся к разным категориям производств по взрывной, а также пожарной опасности. Размольные отделения мукомольных заводов, имеющие мощность более 400 т/сут, следует проектировать посекционными, производительность одной секции не должна превышать 250...300 т/сут. В размольных отделениях следует предусматривать раздельный весовой учет готовой продукции по каждой секции с установкой приборов автоматической регистрации количества муки и отрубей.

Наиболее распространенными мукомольными заводами, оснащенными комплексным оборудованием, являются заводы сортового помола пшеницы мощностью 500 т/сут. Технологический процесс размола зерна осуществляется на двух самостоятельных секциях производительностью 250 т/сут каждая: высокостекловидную пшеницу (стекловидность более 55 %) перерабатывают в секции А, а низкостекловидную (стекловидность менее 55 %) — в секции Б. В каждой секции предусмотрена возможность получения трех промежуточных потоков муки: первый — в количестве около 70...72 %, второй — 4...6 %, третий — 3...5 %. Из указанных потоков обеих секций формируют различные сорта муки: высший, первый, второй, а также муку типа обойной. В зависимости от вида помола и задания на формирование различных сортов муки ее общий выход может изменяться от 75 до 83 %.

На рисунке V-2 представлена структурная схема технологического процесса сортового помола высокостекловидного зерна пшеницы (секция А) мощностью 250 т/сут. Схема состоит из пяти этапов: первичного измельчения зерна с вымолом оболочечных продуктов (драной процесс), сортирования промежуточных продуктов, обогащения крупок и дунстов, размола промежуточных продуктов и контроля муки.

Этап первичного измельчения зерна сокращенный и включает четыре системы измельчения в вальцовых станках А1-БЗН и три системы вымола оболочечных продуктов в радиально-бичевых машинах А1-БВГ. III и IV драные системы разделены на крупные и мелкие для раздельного измельчения сходовых продуктов, отличающихся по крупности и добротности. Первые три драные системы являются крупнообразующими. Четвертая драная система вместе с вымольными системами обеспечивает вымол оболочечных продуктов от оставшегося в них эндосперма.

Полученные на крупнообразующих системах промежуточные продукты являются продуктами первого качества, т. е. они близки по качеству (зольности) к качеству перерабатываемого зерна либо

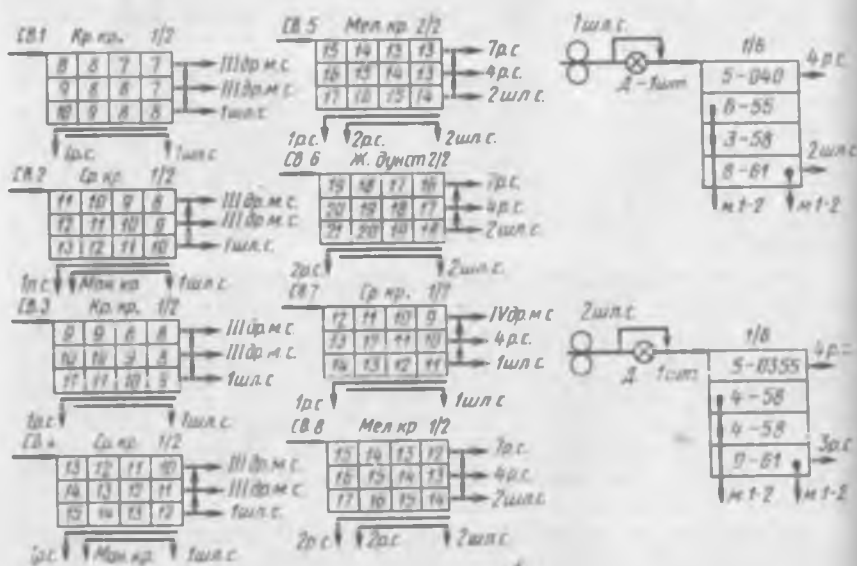
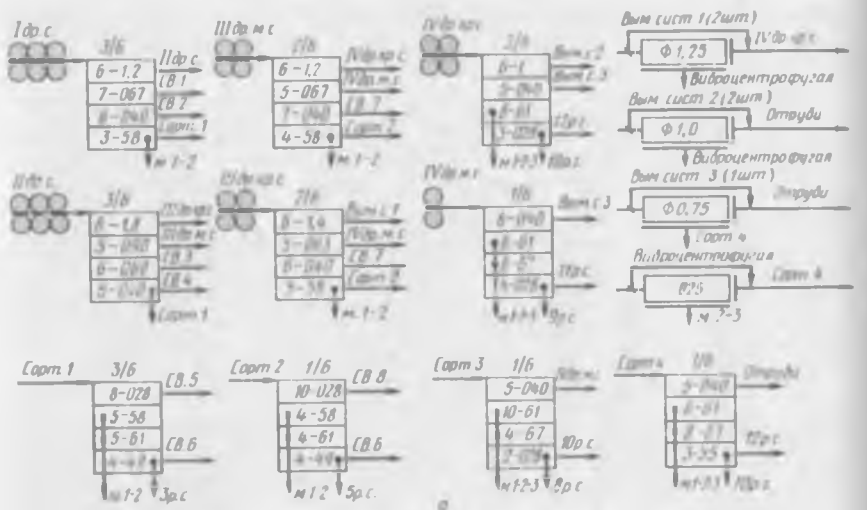
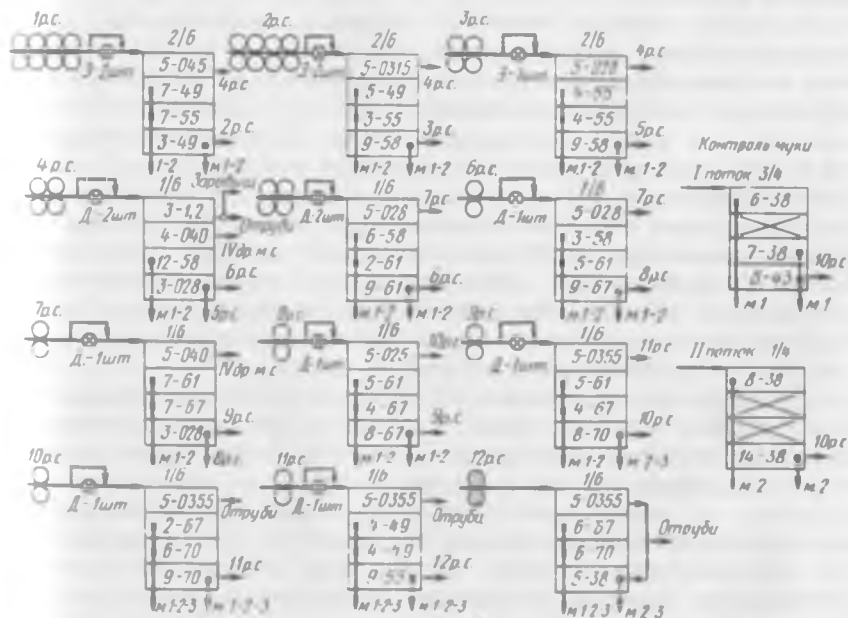


Рис. V-2. Структурная схема технологического процесса размола зерна

лучше его, так как состоят в основном из эндосперма с остатками некоторого количества оболочек. Для получения наибольшего количества различных фракций промежуточных продуктов в виде крупок, дунстов и муки на крупнообразующих системах применяют такие модификации схем рассевов, которые позволяют вывести из отсева пять фракций.

Полученные на крупнообразующих системах промежуточные продукты распределяют для дальнейшей обработки следующим образом: крупную и среднюю крупки направляют отдельно на ситовечные системы, а мелкую крупку совместно с дунстами и частично мукой подают на сортировочные системы двумя потоками, отличающимися по качеству. Первый поток с I и II драных систем — лучший, его направляют в сортировку 1, а второй поток с III драной системы — на сортировку 2.

В отсевах крупнообразующих систем получают также муку, за исключением II драной системы, где стремятся получить наибольшее количество фракций промежуточных продуктов. Вымол оболочечных продуктов начинают после III драной крупной системы. Направляют верхний сход на вымольную систему № 1. Однако основной вымол организован на IV драной крупной и мелкой системах и вымольных системах № 2 и 3, обслуживаемых радиально-бичевыми машинами А1-БВГ.



Промежуточные продукты крупнообразующих систем и систем вымола сортируют на четырех системах, из которых первые две сортируют смесь мелкой крупки, дунстов и частично муки с крупнообразующих систем, а остальные системы сортируют продукты вымола оболочек после вымольных систем. Сортирование указанных продуктов производится в отсевах с большим набором (8...14) мучных сит. Исключение составляет сортирование проходковых продуктов радиально-бичевых машин. Их сортируют в виброцентрофугале РЗ-БЦА из-за высокой слипаемости тонкодиспергированных частиц и затруднительном их просеивании в отсевах. При сортировании продуктов крупнообразующих систем выделяют жесткий и мягкий дунст. Жесткий направляют в ситовые машины, а мягкий — на размол.

Особенность вымола оболочечных частиц в рассматриваемой схеме заключается в развитом процессе сортирования продуктов вымола, учитывая сложность сортирования этих продуктов, содержащих тонкодиспергированные частицы краевых частей эндосперма, имеющих повышенную влажность (15,0...15,8 %). Поэтому сортирование этих продуктов проводят в два этапа, вначале на вымольных системах и в виброцентрофугалах, а затем в отсевах (сорт. № 3 и 4). Это дает возможность извлечь из оболочечных продуктов максимальное количество муки и повысить эффективность использования зерна.

Крупки и дунсты первого качества, полученные на этапах крупнообразования и сортирования, обогащают на восьми ситовых системах, обслуживаемых машинами А1-БСО. Крупную крупку обогащают в ситовых машинах № 1 и 3, среднюю — в машинах № 2, 4 и 7, смесь мелкой крупки и дунстов — в машинах № 5 и 8, дунст обогащают в ситовой машине № 6. С первых пяти ситовых систем обогащенные продукты направляют на 1-ю размольную либо 1-ю шлифовочную системы, а сходовые продукты возвращают на III драную мелкую систему. На этих же системах предусмотрено получение манной крупы, в основном в ситовых машинах № 2 и 4, обогащающих среднюю крупку, хотя возможно получение манной крупы и в ситовых машинах № 1 и 3, обогащающих крупку.

Среднюю крупку обогащают также в ситовой машине № 7, но учитывая, что эта крупка получена с III драной системы и имеет более низкое качество по сравнению с аналогичной крупкой с I и II драных систем, сходовые продукты с этой машины направляют на вымольную (IV драную) и сходовую (4-ю размольную) системы, а обогащенные продукты — на 1-ю размольную и 1-ю шлифовочную системы. Ситовые машины № 5, 6 и 7 обогащенные продукты направляют на 2-ю размольную и 2-ю шлифовочную системы, а сходовые продукты — 7-ю и 4-ю размольные системы, которые обрабатывают сходовые продукты.

В ситовеечных машинах А1-БСО заложена гибкая схема направления как сходовых, так и проходowych продуктов. Предусмотрена возможность объединения сходовых продуктов в направлении, обратном движению обогащаемых продуктов от верхнего к нижнему ярусу. Это связано с различием в качестве сходовых продуктов. Наиболее высокую зольность, а значит, и низкое качество имеет верхний сходовой продукт в ситовеечной машине, поэтому к нему можно направить второй сход как имеющий более высокое качество по зольности. Возможно аналогичное подсоединение третьего схода ко второму.

Этап размола промежуточных продуктов организован на 12 размольных и 2 шлифовочных системах. На шлифовочные системы направляют только обогащенные в ситовеечных машинах крупную и среднюю крупки. На 1-й шлифовочной системе обрабатывают в основном крупную крупку, а среднюю — на 2-й шлифовочной системе. Все системы размола промежуточных продуктов можно разделить на три группы, отличающиеся по качеству измельчаемых продуктов: первая группа — 1, 2, 3, 5-я размольные системы; вторая — 4, 6, 7, 8-я размольные системы; третья — 9, 10, 11, 12-я размольные системы.

Первая группа систем обрабатывает крупки и дунсты первого качества, 1-я и 2-я размольные системы разделены на две подсистемы, которые размалывают различные по добротности и крупности промежуточные продукты. При этом основной принцип подразделения 1-й и 2-й размольных систем — добротность направляемых на эти системы промежуточных продуктов. Лучшие по добротности и наиболее крупные промежуточные продукты направляют на первые подсистемы, а худшие — на вторые.

На 1-ую размольную систему направляют лучшие по качеству крупную и частично среднюю крупки, на 2-ую размольную систему — среднюю и мелкую крупки, а на 3-ую и 5-ую размольные системы — дунст. 4, 6, 7 и 8-я размольные системы составляют вторую группу систем и обрабатывают продукты второго качества, из них 4-я и 7-я размольные системы являются сходовыми: 4-я размольная система обрабатывает сходовые продукты системы первого качества, а 7-я размольная система — продукты систем второго качества и ситовеечных машин. На 4-й размольной системе получают зародышевый продукт, который обладает высокой пищевой ценностью. Третья группа систем — это системы, вымалывающие оболочечные продукты, поступающие со второй группы систем и систем вымола первичного измельчения зерна.

Промежуточные продукты и продукты вымола на каждой размольной системе измельчают в два этапа до направления в рассевы. Вначале в вальцовых станках, а затем в энтолейторах РЗ-БЭР (1, 2 и 3-я размольные системы) либо в барабанных дашерах А1-БДГ (остальные размольные системы). Такой техноло-

гический прием двухэтапного измельчения позволяет существенно повысить эффективность измельчения в связи с дополнительным разрушением конгломератов частиц, образующихся после вальцовых станков, а также свободных частиц, находящихся в состоянии предразрушения.

Из трех полученных потоков муки контролируют только первые два потока, а третий направляют в отделение формирования сортов. Первый и второй потоки после контроля также подают в отделение формирования муки по сортам.

Структурная схема технологического процесса секции Б, перерабатывающей низкостекловидную пшеницу (стекловидность менее 55%), отличается от схемы секции А тем, что в ней усилен вымол оболочечных продуктов в драном процессе, для чего на IV драной мелкой системе установлена дополнительно половина вальцового станка за счет ликвидации 12-й размольной системы, а также введено дополнительно две системы вымола в радиально-бичевых машинах и система сортирования продуктов вымола в виброцентрофугале. При этом в вальцовом станке на 11-й размольной системе установлены нарезные вальцы, так как она является конечной и завершает вымол оболочечных продуктов в размольном процессе низкостекловидной пшеницы (табл. V-2).

V-2. Распределение основного технологического оборудования по системам секции А (мощность 250 т/сут)

Системы	Размалывающая линия вальцов, % от общей	Просеивающая поверхность рассеив., % от общей	Мощность электро- двигателя для привода одной пары вальцов, кВт
I др.	8,4	7,5	18,5
II »	8,4	7,5	15,0
III др. кр.	5,5	5,0	11,0
III др. мелк.	5,5	5,0	11,0
IV др. кр.	5,5	5,0	7,5
IV др. мелк.	2,8	2,5	7,5
Сорт. 1	—	7,5	—
Сорт. 2	—	2,5	—
Сорт. 3	—	2,5	—
Сорт. 4	—	2,5	—
1-я шл.	2,8	2,5	11
2-я »	2,8	2,5	11
1-я р.	11,1	5,0	15
2-я »	11,1	5,0	15
3-я »	5,5	5,0	11
4-я »	5,5	2,5	11
5-я »	5,5	2,5	11
6-я »	2,8	2,5	11
7-я »	2,8	2,5	7,5
8-я »	2,8	2,5	7,5
9-я »	2,8	2,5	7,5
10-я р.	2,8	2,5	7,5

Системы	Размалывающая линия валцов, % от общей	Просеивающая поверхность рассеив., % от общей	Мощность электро- двигателя для привода одной пары валцов, кВт
11-я р.	2,8	2,5	7,5
12-я »	2,8	2,5	7,5
Контроль муки:			
первого потока	—	7,5	—
второго »	—	2,5	—

Для систем сортирования промежуточных продуктов и продуктов вымола отведено 15 % просеивающей поверхности рассевов, а для систем контроля муки — 10 %. Основное технологическое оборудование сосредоточено на этапе размола промежуточных продуктов: 64 % размалывающей линии валцовых станков и около 40 % просеивающей поверхности рассевов. На линии размола установлены машины ударно-стирающего действия — энтолейторы и деташеры. Кроме того, применены на размольных системах валцы с микрошероховатой поверхностью, которые по количественным показателям эффективности уступают нарезным валцам, но дают лучшие результаты по качеству получаемой муки. Лишь на последней размольной системе (12-й) установлены нарезные валцы для обеспечения эффективного вымола оболочных продуктов.

Применяют различные параметры рифлей нарезных валцов в зависимости от стекловидности перерабатываемого зерна. Поэтому в валцовых станках секций А и Б устанавливают различные параметры рифлей, что видно из данных таблицы V-3.

V-3. Параметры рифлей нарезных валцов

Системы	Стекловидность пшеницы	Число риф- лей на 1 см окружности валца	Уклон рифлей, %	Углы рифлей, град	Взаимное расположе- ние рифлей
I др.	Высокая	4,1	4	23 / 69	сп / сп
	Низкая	4,1	6	30 / 65	сп / сп
II »	Высокая	5,4	4	30 / 65	сп / сп
	Низкая	5,4	6	30 / 65	сп / сп
III »	Высокая	7,0	6	30 / 65	сп / сп
	Низкая	7,0	6	30 / 65	сп / сп
III др. мелк.	Высокая	8,6	6	30 / 65	сп / сп
	Низкая	8,6	6	30 / 65	сп / сп
IV др. кр	Высокая	9,2	6	30 / 65	сп / сп
	Низкая	9,2	8	50 / 65	ос / ос
IV др. мелк.	Высокая	10,2	6	30 / 65	ос / ос
	Низкая	10,2	8	50 / 65	сп / сп
11-я р.	То же	15,3	10	50 / 65	ос / ос
12-я »	Высокая	15,3	10	50 / 65	ос / ос

Из таблицы видно, что плотность рифлей нарезных вальцов от первых систем к последним существенно возрастает. Это связано с крупностью измельчаемого продукта. Отличается также увеличение угла острия рифлей при неизменном угле спинки, что вызвано условиями измельчения различных продуктов в процессах крупобразования и вымола и необходимостью повышения стойкости рифлей. Это особенно важно для вымалывающих систем при переработке пшеницы низкой стекловидности.

На размольных и шлифовочных системах для повышения качества муки применяют вальцовые станки с вальцами микрошероховатой поверхностью, шероховатость которой по параметру *Ra* составляет около 2,5 мкм независимо от стекловидности перерабатываемого зерна.

Окружные скорости вальцов и их соотношение на различных этапах технологического процесса разные: окружные скорости быстро-вращающегося вальца в драном процессе — 5,5...6,0 м/с, а в размольном — 5,2...5,4 м/с; отношение окружных скоростей нарезных вальцов — 2,5, а микрошероховатых — 1,25.

В драном процессе устанавливают интенсивные режимы измельчения зерновых продуктов, что возможно только при эффективном увлажнении оболочек зерна в подготовительном отделении. Режим крупобразующих систем, определяемый величиной общего извлечения промежуточных продуктов, следующий: на I драной системе (проход сита № 1) — 25...35 %, на II драной системе (проход сита № 1) — 50...60 %, на III драной системе (проход сита № 08) — 35...50 %. Режимы этих систем устанавливают в указанных пределах в зависимости от технологических свойств перерабатываемого зерна и прежде всего его стекловидности, а также ассортимента и выходов муки. Режим крупобразующих систем должен быть таким, чтобы обеспечить получение максимального выхода и высокого качества промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов.

В таблице V-4 приведены ориентировочные показатели извлечения крупок, дунстов и муки на крупобразующих системах при переработке различного по качеству зерна. В этих показателях учтен возврат сходовых продуктов ситовеечных машин на III драную систему. При использовании ориентировочных показателей для составления баланса помола следует учитывать не только стекловидность зерна, но и другие показатели технологических свойств зерна (зольность, натуру), а также требования по ассортименту, выходам и качеству муки для проектируемого предприятия. Поэтому показатели извлечения крупок, дунстов и муки могут изменяться в указанных пределах.

Вымол сходовых оболочечных продуктов осуществляют на IV драной системе, трех вымалывающих машинах и трех сортирующих системах. Режим этих систем следующий: на IV драной системе общее извлечение (проход сита № 056) составляет около 15...22 %;

У-4. Ориентировочные показатели извлечения крупок, дунстов и муки (% от нагрузки на I др. с.)

Системы	Крупки			Итого крупок	Дунст	Мука	Общее извлечение промежуточных продуктов
	крупная	средняя	мелкая				

Стекловидность пшеницы выше 55 %

I др.	11,0	8,5	4,0	23,5	3,0	3,5	30,0
II »	6,5	7,5	10,0	24,0	7,0	6,0	37,0
III »	—	4,0	3,5	7,5	3,5	4,5	15,5
Всего	17,5	20,0	17,5	55,0	13,5	14,0	82,5

Стекловидность пшеницы ниже 55 %

I др.	7,5	5,5	6,0	19,0	4,0	4,5	27,5
II »	7,0	9,0	9,0	25,0	6,0	6,0	37,0
III »	—	2,5	2,0	4,5	4,5	5,5	14,5
Всего	14,5	17,0	17,0	48,5	14,5	16,0	79,0

на вымалывающих системах проходовой продукт — 25...30 % по отношению к нагрузке на систему; выход муки на сортировочных системах вымола — 25...35 %, а в виброцентрофугале до 40 %. Такой режим обеспечивает тщательный вымол оболочечных продуктов. Зольность отрубей, полученных в драном процессе, колеблется в пределах 5,5...6,3 %.

Режим обогащения промежуточных продуктов в ситовеечных системах должен обеспечить максимальный выход обогащенных крупок и дунстов высокого качества. При эффективной работе ситовеечной машины зольность верхнего сходового продукта должна быть в 2,0...2,5 раза выше зольности поступающего продукта. При этом зольность нижнего сходового продукта в 1,5...2,0 раза ниже зольности верхнего сходового продукта.

Режим шлифовочных и размольных систем отличается высокой эффективностью по извлечению муки, учитывая двухэтапное измельчение в вальцовых станках и энтолейторах или детащерах. Режим шлифовочных систем неодинаков. Так, на 1-й шлифовочной системе, обрабатывающей обогащенные крупную и среднюю крупки, получают 20...25 % муки, а на 2-й шлифовочной системе, обрабатывающей мелкую крупку и дунст, выход муки составляет 50...60 %.

Ориентировочные режимы систем размольного процесса по выходу муки приведены в таблице V-5. Указанные режимы систем изменяются в связи с количеством и качеством поступающих на размольные системы крупок и дунстов, а также требованиями ассортимента, выходов и качества муки, например, при получении муки третьего потока ее выход на размольных системах вымола существенно повышается.

V-5. Ориентировочные режимы размольных систем по извлечению муки
(% по отношению к нагрузке на систему)

Системы первого качества (1, 2, 3-я р. с.)	Системы второго качества (5, 6, 8-я р. с.)	Сходовые системы (4, 7-я р. с.)	Системы вымола (9, 10, 11, 12-я р. с.)
60...75	35...45	20...30	20...25

Режим контроля муки должен обеспечивать выделение из первого и второго потоков муки случайно попавших крупных частиц эндосперма и оболочек. Количество этих частиц не должно превышать 1% от нагрузки на I драную систему, чтобы не нарушить эффективность вымола оболочечных продуктов в размольном процессе.

Для обеспечения стабильной и эффективной работы мукомольного завода необходимо принимать при сортовых хлебопекарных помолах пшеницы следующие удельные нагрузки на рабочие органы основного технологического оборудования размольного отделения: на размалывающую линию вальцовых станков — 70...75 кг/(см·сут), на просеивающую поверхность рассевов — 1330 кг/(м²·сут), на рабочую ширину сит ситовеечных машин 640 кг/(см·сут). Нормы нагрузок указаны с учетом применения двухэтапного измельчения крупки и дунстов в энтолейторах (1, 2, 3-я р.с.) и деташерах (остальные системы).

Ориентировочные удельные нагрузки на размалывающую линию вальцовых станков и просеивающую поверхность рассевов по отдельным системам сортового помола пшеницы приведены в таблице V-6.

V-6. Ориентировочные удельные нагрузки на размалывающую линию вальцовых станков и просеивающую поверхность рассевов

Системы	Нагрузка на размалывающую линию вальцовых станков, кг/(см·сут)	Нагрузка на просеивающую поверхность рассевов, т/сут на одну секцию
I др.	750...840	75...85
II »	560...630	55...65
III др. кр.	440...525	45...55
III др. мелк.	250...300	25...30
IV др. кр.	250...300	25...30
IV др. мелк.	190...250	25...30
Сорт. 1	—	21...30
Сорт. 2	—	25...45

Системы	Нагрузка на размалывающую линию вальцовых станков, кг / (см · сут)	Нагрузка на просеивающую поверхность рассевов, т / сут на одну секцию
Сорт. 3	—	25...36
Сорт. 4	—	15...25
1-я шл.	250...300	25...30
2-я »	250...300	25...30
1-я р. с.	200...250	40...50
2-я »	200...250	35...45
3-я »	200...250	30...40
4-я »	180...230	25...35
5-я »	180...250	20...25
6-я »	180...250	25...30
7-я »	180...230	25...30
8-я »	180...250	25...30
9-я »	150...230	20...25
10-я »	150...230	20...25
11-я »	150...230	20...25
12-я »	150...230	20...25
Контроль муки	—	45...50

В связи с возросшими потребностями муки для макаронных изделий ее стали вырабатывать на мукомольных заводах, оснащенных высокопроизводительным комплектным оборудованием при хлебопекарных помолах мягкой высокостекловидной пшеницы. Выход макаронной муки при этих помолах относительно небольшой — 5...10 %, так как дальнейшее увеличение выхода ведет к снижению качества не только макаронной, но и хлебопекарной муки высшего сорта. Примерная схема технологического производства макаронной муки показана на рисунке V-3. Макаронную муку (крупки) получают в основном из средней и мелкой крупок I и II драных систем (ситовесечные машины № 2, 4, 5), однако возможно подключение обогащенных крупок и III драной системы при высоком их качестве.

Учитывая высокую эффективность обогащения крупок в трехъярусных ситовесечных машинах А1-БСО, полученную макаронную муку (крупку) повторно контролировать не требуется. Так как в этой муке могут содержаться мелкие фракции, то ее желательно контролировать в рассевах, где устанавливать мучные сита № 32...35.

Для выработки макаронной муки при хлебопекарных помолах необходимо направлять в переработку мягкую пшеницу со стекловидностью не менее 60 % с обязательным выделением мелкой фракции зерна в элеваторе. Это требование связано с тем, что мелкая фракция зерна имеет повышенную прочность оболочек,

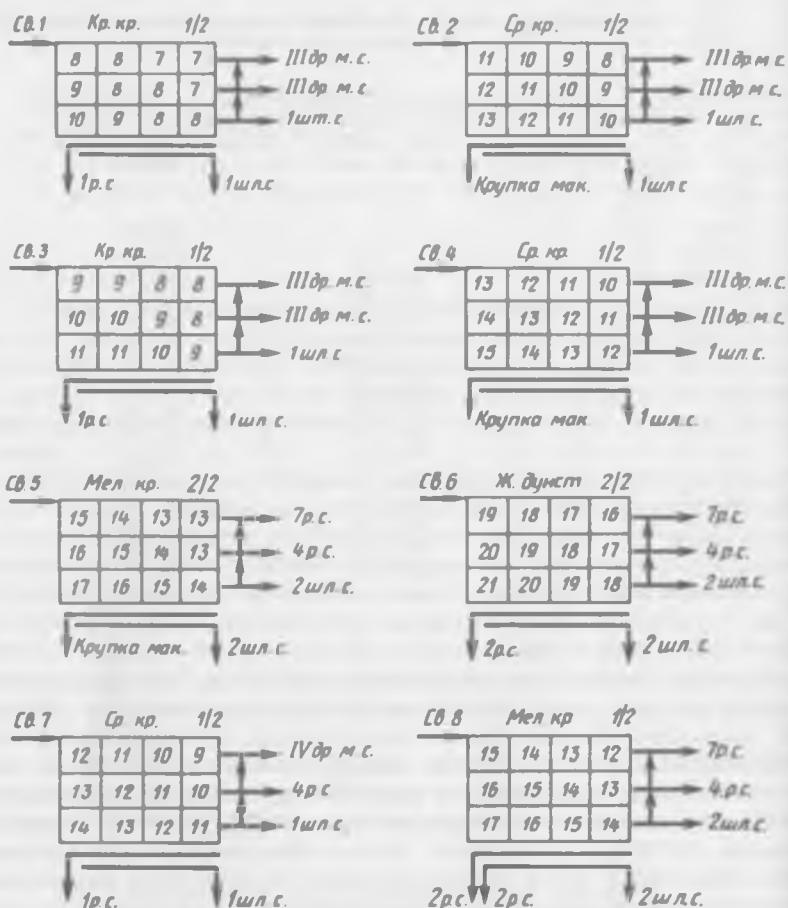


Рис. V-3. Технологическая схема получения макаронной муки (крупки) на этапе обогащения крупок и дунстов

которые при измельчении зерна остаются на поверхности крупок, ухудшая их качество.

За последнее время благодаря требованиям медицинской науки и рационального питания людей возникла необходимость производства муки повышенной питательной ценности. При этом установлено, что питательная ценность муки 72...78 %-ного выхода значительно ниже питательной ценности зерна, так как природные биологически ценные вещества: витамины, ферменты, гормоны, макро- и микроэлементы и другие при существующей технологии производства муки попадают в отруби. В отрубях содержится и значительное количество балластных веществ в виде пищевых

волокон, присутствие которых жизненно необходимо в питании человека.

Для сохранения в муке указанных природных компонентов зерна разработана технология производства муки с повышенным содержанием оболочек. Суть этой технологии состоит в том, что вначале получают промежуточный продукт, состоящий из тонкоизмельченных оболочек и содержащий максимальное количество указанных биологически ценных веществ (верхний сходовый продукт сортировки № 4, 11-й и 12-й размольных систем, а также частично мука, направляемая в поток № 3), а затем смешивают этот продукт с мукой высшего или первого сортов. Формирование промежуточного продукта производится винтовым конвейером третьего потока муки, а смешивание с сортовой мукой — в смесителе в отделении формирования сортов. Примерное соотношение муки и промежуточного продукта следующее: при смешивании с мукой высшего сорта — 70...72 % высшего сорта и 30...28 % промежуточного продукта; при смешивании с мукой первого сорта — 75...77 % первого сорта и 25...23 % промежуточного продукта.

При этом качество муки с высоким содержанием отрубянистых частиц должно соответствовать следующим требованиям: влажность не более 15 %; зольность не менее 1,40 %; крупность помола на сите № 045 не более 5,0 %, проход сита № 43 не менее 60 %; количество клейковины не менее 23 %, а ее качество не ниже II группы.

5.3. БАЛАНС ПОМОЛА

Баланс помола представляет собой равенство количественных или качественных показателей продуктов, поступающих на отдельную систему, этап технологического процесса либо весь технологический процесс, и продуктов, выходящих из этой же системы, этапа либо всего технологического процесса. В связи с этим различают балансы системы, этапа, общего технологического процесса, а также количественные и качественные балансы.

В количественном балансе отражают количество поступающих и выходящих продуктов с систем, этапов, общего технологического процесса, которое обычно выражают в процентах. В качественном балансе указывают значение одного из показателей, характеризующих качество различных зерновых продуктов, например по содержанию золы, белка, клейковины и других. Баланс помола может содержать как проектируемые, нормативные показатели помола и качества продуктов, так и фактически полученные результаты помола. В зависимости от этого различают балансы проектируемых мукомольных заводов и действующих.

В количественном балансе проектируемого мукомольного завода отражены рекомендованные нормативные режимы и нагрузки по каждой системе технологического процесса, которые необходимо

выполнять для успешного ведения процесса и тем самым обеспечить заданные выходы и качество муки по сортам. Баланс действующего завода содержит данные о фактически достигнутых результатах помола и служит для корректирования режимов систем и этапов технологического процесса.

Количественный баланс помола для проектируемого мукомольного завода составляют с учетом качества перерабатываемого зерна и рекомендуемых режимов систем применительно к различным видам помола. Данные этого баланса используют для расчета необходимого технологического и транспортного оборудования, а также бункеров для зерна, муки и отрубей.

Примерный количественный баланс проектируемого мукомольного завода производительностью 500 т/сут, оснащенного комплектным оборудованием (секция А), представлен в таблице V-7. Баланс составлен применительно к схеме сортового помола, приведенной на рисунке V-2 при переработке высокостекловидной пшеницы (выше 55 %).

При составлении баланса помола необходимо предварительно вычертить таблицу-шахматку в строгом соответствии со структурной схемой технологического процесса, распределив ее по системам и этапам. Нагрузку на I драную систему обычно принимают за 100 %, поскольку рекомендуемые режимы систем и этапов указаны в процентах по отношению к нагрузке на эту систему. При этом необходимо учитывать, что во всех существующих видах помолов выход муки (общий и по сортам) указан по отношению к количеству зерна базисного качества, поступившему на очистку. Так, при сортовых помолах пшеницы базисных кондиций на размол направляют 96,5 % от общего количества зерна, поступившего в зерноочистительное отделение, поскольку при очистке зерна базисного качества получают 3,5 % отходов с учетом механических потерь. Из 96,5 % зерна при данных помолах получают 78 либо 75 % муки разных сортов и манной крупы, а также соответственно 18,5 либо 21,5 % отрубей. Поэтому, если принять нагрузку на I драную систему за 100 %, то необходимо пропорционально увеличить и выход муки по сортам и отрубей, т. е. применительно к указанным помолам необходимо получить 80,8 или 77,7 % муки и соответственно 19,2 или 22,3 % отрубей.

Если качество перерабатываемого зерна заранее неизвестно, то при составлении баланса необходимо ориентироваться на зерно базисных кондиций. В случае если помольная партия зерна и его качество заданы, то при составлении баланса следует ориентироваться на расчетный выход муки из данного зерна. При выборе режимов систем и этапов необходимо учитывать стекловидность зерна и вид помола по ассортименту и выходам муки, так как рекомендуемые режимы дифференцированы по указанным признакам.

Составление количественного баланса помола начинают с этапа крупобразования продуктов первого качества (I...III драные системы), используя режимы систем, приведенные в таблице V-4. Указанные в этой таблице режимы систем по выходу крупок, дунстов и муки являются ориентировочными и поэтому могут изменяться, однако суммарное извлечение промежуточных продуктов (крупок, дунстов и муки) в крупобразующих системах необходимо поддерживать примерно стабильным для пшеницы с определенной стекловидностью.

С изменением стекловидности зерна варьируются как режимы систем, так и суммарное извлечение промежуточных продуктов на этапе крупобразования, что подтверждается данными таблицы V-4. При этом суммарное извлечение промежуточных продуктов на крупобразующих системах должно быть примерно равным общему выходу муки по данному помолу с учетом стекловидности зерна. При переработке высокостекловидного зерна (стекловидность более 55 %) суммарное извлечение промежуточных продуктов по отношению к общему выходу муки повышается в среднем на 2...3 %.

При составлении количественного баланса этапа крупобразования необходимо учитывать, что на этап крупобразования (III дра-ная мелкая система) возвращается 3...7 % сходовых продуктов ситовеечных систем, обогащающих крупную и среднюю крупки, которые также вызывают соответствующее увеличение фактического суммарного извлечения промежуточных продуктов на этапе крупобразования. Большее значение указанного возврата относится к переработке высокостекловидного зерна, а меньшее — к переработке низкостекловидного.

По рассматриваемому балансу помола возврат сходовых продуктов с I...4-й ситовеечных систем составил 5,8 %, что характерно для высокостекловидного зерна, а суммарное извлечение промежуточных продуктов — по всему этапу крупобразования — 85 % при выходе муки и манной крупы — 80,8 % (по отношению к нагрузке на I дра-ную систему).

Выпол сходовых оболочечных продуктов, оставшихся после извлечения промежуточных продуктов первого качества в дра-ном процессе, осуществляется на IV крупной и мелкой дра-ных системах, вымалывающих системах бичевых машин, а рассортирование продуктов вымола — в сортировках № 3 и 4 и виброцентрофугале. Режимы систем вымола определяют по выходу муки и дунстов, направляемых на последние размольные системы, — 20...30 %, — причем нижний предел указанного режима относится к системам, вымалывающим крупные сходовые продукты, а высший — к системам, обрабатывающим мелкие оболочечные продукты. На сортировочных системах вымола получают в среднем 60...80 % муки и дунстов.

При обогащении крупок и дунстов в трехъярусных ситовеечных машинах марки А1-БСО предусмотрена гибкая схема распределения проходowych и сходовых продуктов, что необходимо учитывать при

VII-7. Баланс помола высокостекловидной пшеницы

УП-7. Баланс помола высококлевовидной пшеницы																							
Системы	Нагрузка, %	Драной процесс и сортирование											Обогащение в ситовесечных машинах										
		II др. с.	III др. кр. с.	III др. мелк. с.	IV др. кр. с.	IV др. мелк. с.	Вым. 1	Вым. 2	Вым. 3	Виброцентро-фугал	Сорт. 1	Сорт. 2	Сорт. 3	Сорт. 4	Св. 1	Св. 2	Св. 3	Св. 4	Св. 5	Св. 6	Св. 7	Св. 8	
I др.	100	70,0								8,0				11,0	8,5								
II др.	70,0		20,0	13,3						22,7							6,5	7,5					
III др. кр.	20,0					4,0	6,5				5,0										2,5		
III др. мелк.	19,1				7,3	2,0					5,5										2,3		
IV др. кр.	12,1							6,8	3,1														
IV др. мелк. с.	8,9								7,1														
Вым. 1	6,5				4,8					1,7													
Вым. 2	6,8									1,8													
Вым. 3	10,2												3,2										
Виброцентрофугал	3,5											2,5											
Сорт. 1	30,7																		12,0	9,0			
Сорт. 2	10,5																			2,5		4,0	
Сорт. 3	2,5					0,4																	
Сорт. 4	3,2																						
Св. 1	11,0			2,0																			
Св. 2	8,5			1,5																			
Св. 3	6,5			1,0																			
Св. 4	7,5			1,3																			
Св. 5	12,0																						

Св. 6	11,5																					
Св. 7	4,8					0,6																
Св. 8	4,0																					
1-я шл. с.	7,3																					
2-я шл. с.	7,2																					
1-я р. с.	25,3																					
2-я р. с.	23,1																					
3-я р. с.	12,8																					
4-я р. с.	11,5					1,5																
5-я р. с.	10,2																					
6-я р. с.	7,2																					
7-я р. с.	6,2					0,4																
8-я р. с.	5,7																					
9-я р. с.	5,5																					
10-я р. с.	5,3																					
11-я р. с.	4,9																					
12-я р. с.	3,5																					
Контроль муки по потокам																						
Всего		70,0	20,0	19,1	12,1	8,9	6,5	6,8	10,2	3,5	30,7	10,5	2,7	3,2	12,0	7,5	5,0	9,0	12,0	11,5	4,3	4,0

Системы	Шлифовочный и размольный процессы													Контроль муки потокам	Готовая продукция			
	1-я шл. с.	2-я шл. с.	1-я р. с.	2-я р. с.	3-я р. с.	4-я р. с.	5-я р. с.	6-я р. с.	7-я р. с.	8-я р. с.	9-я р. с.	10-я р. с.	11-я р. с.	12-я р. с.	Мука по сортам	Мяс. кр.	Зародыш	Отруби
I др.														2,5				
II др.																		
III др. кр.														2,0				
III др. мелк.														2,0				
IV др. кр.												0,7		0,3	1,2			
IV др. мелк. с.											0,3		0,5		1,0			
Вым. 1																		
Вым. 2																		5,0
Вым. 3																		7,0
Виброцентрофугал														1,0				
Сорт. 1					3,0									6,7				
Сорт. 2							2,2							1,8				
Сорт. 3										1,0		0,5		0,6				
Сорт. 4												0,5		0,8	0,8			1,1
Св. 1	2,0		7,0													1,0		
Св. 2	2,3		3,7															
Св. 3	1,0		4,5													1,0		
Св. 4	1,2		4,0															
Св. 5		1,2	3,5	5,5		1,0			0,8									

Св. 6		1,6		8,0		1,0		0,9											
Св. 7	0,8		2,6			0,8													
Св. 8		1,0		2,1		0,4		0,5											
1-я шл. с.		3,4				1,9									2,0				
2-я шл. с.					2,0	1,6									3,6				
1-я р. с.				7,5		1,5									16,3				
2-я р. с.					7,8	1,3									14,0				
3-я р. с.						2,0	3,6								7,2				
4-я р. с.							4,4	3,0							4,3		0,3		
5-я р. с.								4,2	2,0						4,0				
6-я р. с.									2,0	3,2					2,0				
7-я р. с.										1,5	2,5				1,8				
8-я р. с.											2,7	1,2			1,8				
9-я р. с.												2,1	2,0		1,4				
10-я р. с.													2,4		1,2			1,7	
11-я р. с.														2,4	1,1			1,4	
12-я р. с.															0,8			2,7	
Контроль муки по потокам												0,3			78,8				
Всего	7,3	7,2	25,3	23,1	12,8	11,0	10,2	7,2	6,2	5,7	5,5	5,3	4,9	3,5	79,1	78,8	2,0	0,3	18,9

составлении баланса систем и всего этапа обогащения. В ситовесечной системе можно распределить обогащенные проходовые продукты, направляемые на различные размольные системы, практически в любом соотношении для равномерной загрузки размольных систем.

Из трех сходовых продуктов каждой ситовесечной системы собственно сходовыми являются только схода с первых двух ярусов сит, а сход третьего яруса направляют либо на шлифовочные системы, либо присоединяют к сходовому продукту второго яруса сит. Анализ существующих балансов данного помола показывает, что сходовые продукты этих систем составляют в среднем 15...30 %.

Две шлифовочные системы входят в этап размола промежуточных продуктов и предназначены для обработки проходовых и сходовых продуктов ситовесечных систем. 1-я шлифовочная система обрабатывает продукты ситовесечных систем, обогащающих крупную и среднюю крупки, а 2-я шлифовочная система — продукты ситовесечных систем, обогащающих в основном мелкую крупку и дунст. Учитывая различную крупность продуктов, поступающих на эти системы, их режимы неодинаковы. На 1-й шлифовочной системе извлекают 20...25 % муки, а на 2-й — 50...60 %. Сходовые продукты этих систем составляют соответственно 25...30 % на 1-й шлифовочной системе и 15...20 % на 2-й.

Режим размольных систем определяют по суммарному выходу муки в вальцовых станках этих систем и обслуживающих их измельчителях — энтолейторах и детащерах. Ориентировочные режимы размольных систем приведены в таблице V-5.

Сходовые продукты 1-й и 2-й размольных систем составляют около 5...8 %, а 3-й — 15...20 %. В процессе проектирования баланса помола необходимо обеспечить такую нагрузку на первые три размольные системы, чтобы получить суммарный выход муки с этих систем в количестве около 35...40 % от общего выхода муки по технологическому процессу, учитывая указанные режимы измельчения.

Муку контролируют по потокам. Сходовые продукты с контрольных рассевов направляют на одну из вымалывающих систем (10-я размольная система), которая может обработать лишь незначительное количество сходовых продуктов с контрольных систем. Поэтому количество сходовых продуктов с систем контроля муки не должно превышать 1 %.

Составленный баланс помола проверяют по равенству суммарного выхода муки, манной крупы и отрубей с нагрузкой на 1 драную систему, а также по выходу муки и отрубей в драном процессе. Выход муки в драном процессе должен составлять 20...22 %, а выход отрубей — около $\frac{3}{4}$ от их общего выхода, т. е. 12...14 %.

На 4-й размольной системе, которая обрабатывает сходовые продукты размольных систем первого качества и ситовесечных сис-

тем, получают 0,3...0,5 % зародышевого продукта, который может быть выведен как самостоятельный продукт либо направлен в отруби.

Качественный баланс проектируют с учетом качества перерабатываемого зерна и используют для характеристики различных потомков муки, отрубей и промежуточных продуктов по одному или нескольким показателям качества (зола, белок, клейковина, клетчатка и др.). В процессе проектирования качественного баланса используют имеющиеся в литературе данные о качестве различных потомков муки, отрубей и промежуточных продуктов применительно к зерну определенного качества. Эти показатели качества приписывают соответственно к каждому потоку муки, отрубей и промежуточных продуктов.

Наиболее распространены качественные балансы готовой продукции (муки, манной крупы, отрубей). При расчете такого баланса вначале определяют средневзвешенные показатели по каждому потоку муки, отрубей и манной крупы, умножая количество данного потока продукта на показатель его качества, а затем полученные результаты складывают отдельно по всем потокам муки, отрубей и манной крупы и делят на суммарное число потоков. Аналогично определяют средневзвешенные показатели качества всей продукции, которые сравнивают с качеством перерабатываемого зерна по этим же показателям.

Наиболее распространены качественные балансы по показателю зольности муки, манной крупы и отрубей при сортовых помолах пшеницы (табл. V-8).

V-8. Ориентировочные показатели зольности муки, манной крупы, отрубей

Системы	Зольность, %	Системы	Зольность, %
<i>Мука</i>			
I др.	0,70...0,88	5-я »	0,53...0,62
Сорт. 1	0,50...0,60	6-я »	0,60...0,85
III др. кр.	0,55...0,65	7-я »	0,68...0,95
III др. мелк.	0,60...0,80	8-я »	0,90...1,30
Сорт. 2	0,55...0,65	9-я »	1,40...2,10
IV др. кр.	0,72...1,10	10-я »	1,60...2,50
IV др. мелк.	1,20...1,70	11-я »	2,90...3,20
Виброцентрофугал	0,90...1,20	12-я р. с.	3,20...3,80
Сорт. 3	0,80...1,00	Св. 2	0,54...0,60
Сорт. 4	1,10...1,45	Св. 3	0,50...0,58
1-я шл.	0,48...0,57	Вым. сист. 2	5,80...6,30
2-я »	0,42...0,50	Вым. сист. 3	5,30...5,60
1-я р.	0,38...0,45	Сорт. 4	3,80...4,60
2-я »	0,38...0,45	10-я р.	4,20...4,80
3-я »	0,50...0,62	11-я »	4,60...5,00
4-я »	0,58...0,78	12-я »	4,80...5,80

При использовании данных таблицы V-8 для проектирования качественного баланса готовой продукции по зольности необходимо учитывать качество перерабатываемого зерна. Так, при переработке пшеницы различной стекловидности получают муку и отруби, отличающиеся по зольности. На первых крупнообразующих системах при переработке пшеницы высокой стекловидности (стекловидность более 55 %) получают муку и промежуточные продукты, имеющие более высокую зольность, чем аналогичные продукты при переработке пшеницы с низкой стекловидностью (стекловидность менее 55 %).

На системах второго качества и вымола зольность муки из высокостекловидного зерна значительно ниже зольности муки из зерна низкой стекловидности. Зольность муки, получаемой на размольных системах первого качества, практически мало изменяется и зависит в основном от зольности эндосперма пшеницы. Зольность отрубей в драном процессе всегда выше зольности отрубей размольного процесса.

§ 4. ВЫБОР И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При строительстве новых, реконструкции и техническом перевооружении действующих мукомольных заводов используют в основном высокопроизводительное комплектное оборудование, номенклатура и характеристика которого приведена в приложениях 1...3. Основой для выбора и расчета технологического оборудования являются структурная схема технологического процесса, заданная мощность завода и нормы нагрузок на технологическое оборудование.

Мощность завода устанавливают по количеству зерна (т/сут), перерабатываемого в размольном отделении, и определяют по отраслевым нормам нагрузок на лимитирующее оборудование (рассевы). При этом производительность технологических линий первичной очистки зерна (до первичного отволаживания) принимают на 10...20 % выше мощности размольного отделения для создания необходимого запаса зерна в зерноочистительном отделении. Производительность линий вторичной очистки остается равной мощности размольного отделения.

Технологическое оборудование зерноочистительного отделения рассчитывают с учетом производительности технологических линий в общей схеме технологического процесса. Число машин на каждой технологической операции (системе) определяют посредством деления производительности зернового потока в данной технологической линии на паспортную производительность машины. Вместимость бункеров и их число определяют по заданной мощности мукомольного завода и времени нахождения зерна в бункерах. Обычно мощность завода отождествляют с заданной производительностью, хотя это разные понятия.

Для примера произведем выбор и расчет технологического оборудования и бункеров для мукомольного завода сортового помола мощностью 500 т/сут. Технологический процесс на этом заводе построен на двух секциях, и поэтому расчет технологического оборудования и бункеров следует производить по секциям.

Зерноочистительное отделение. Рассчитаем оборудование и бункера по одной секции очистки и подготовки зерна с сухим способом очистки его поверхности.

Производительность обеих секций одинакова — по 250 т/сут каждая.

При расчете вместимости бункеров для неочищенного зерна необходимо учитывать рекомендации о запасе зерна в этих бункерах на 50 ч работы размольного отделения. Такой запас необходим для эффективного смешивания зерна различного качества при формировании помольных партий. Общую вместимость бункеров для неочищенного зерна V_0 (м³) находят по формуле

$$V_0 = \frac{Q \cdot t}{24 \cdot \gamma \cdot k},$$

где Q — заданная производительность секции, т/сут; t — время нахождения зерна в бункерах, ч; γ — объемная масса зерна, т/м³; k — коэффициент использования бункера, $k = 0,85$.

$$V_0 = \frac{250 \cdot 50}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,85} = 812 \text{ м}^3.$$

В соответствии со СНиП 2.10.05—85 допускается встраивать в каркасные здания металлические либо железобетонные бункера с сеткой разбивочных осей 3×3 м, расположенных по всей ширине здания. Бункера располагают на трех-четырех этажах, начиная со второго. Высота бункеров при их расположении на четырех этажах составит 19,2 м, начиная со второго по пятый и учитывая высоту каждого этажа 4,8 м.

При устройстве железобетонных бункеров площадь их поперечного сечения принимаем 7 м², учитывая размер сетки привязочных осей бункеров и их строительные конструкции. Тогда число бункеров для неочищенного зерна в одной секции составит:

$$n = \frac{812}{19,2 \cdot 7} \approx 6 \text{ бункеров.}$$

Вместимость одного бункера можно определить делением общего запаса в бункерах на число бункеров

$$B_0 = \frac{250 \cdot 50}{24 \cdot 6} = 87 \text{ т.}$$

Аналогично рассчитываем вместимость и число бункеров для отволаживания зерна, принимая время отволаживания 48 ч. Полученную вместимость бункеров распределяем на первичное и вторичное отволаживание в соотношении 3 : 1.

Расчет технологического оборудования для линии первичной очистки зерна проводим, повышая производительность этой линии на 10...20 %, чтобы обеспечить стабильность работы размольного отделения. Выбираем 15 %. Тогда

$$Q_1 = Q \cdot 1,15 = 250 \cdot 1,15 \approx 288 \text{ т/сут, или } 12 \text{ т/ч.}$$

Регуляторы зерна в потоке УРЗ-1 устанавливают по одному на потоке зерна из-под каждого бункера, они устойчиво работают в диапазоне изменения производительности потока от 0,2 до 7 т/ч. Дозирование зерна производится одновременно из шести бункеров и таким образом создаются две промежуточные помольные партии, которые подаются на два винтовых конвейера РЗ-БКШ-200 производительностью 6 т/ч каждый. На этих конвейерах смешиваются исходные компоненты зерновой смеси и в дальнейшем обработка зерна осуществляется двумя параллельными потоками (линиями) производительностью 6 т/ч. Магнитный сепаратор У1-БМЗ-01 имеет производительность 11 т/ч. Устанавливаем по одному сепаратору на каждый поток.

Подогреватели зерна БПЗ имеют производительность 6 т/ч. Устанавливаем по одному подогревателю на каждый поток. Автоматические весы для зерна АВ-50-ЗЭ взвешивают порцию зерна 50 кг. При допустимом числе взвешиваний в минуту, равном двум, весы обеспечивают взвешивание зернового потока 100 кг/мин, или 6 т/ч. Поэтому принимаем одни весы на каждый поток.

Сепаратор А1-БИС-12 состоит из двух самостоятельных секций производительностью по 6 т/ч каждая. Принимаем один сепаратор для двух потоков. Камнеотделительная машина РЗ-БКТ имеет максимальную производительность до 6 т/ч. Принимаем по одной машине на каждый поток зерна. Концентратор А1-БЗК-9 обеспечивает максимальную производительность до 9 т/ч. Принимаем по одной машине на каждый поток зерна.

Магнитный сепаратор У1-БМП выделяет металломагнитные примеси из зернового потока производительностью 11 т/ч. Принимаем по одному сепаратору на каждый поток зерна, направляемого в горизонтальную обоечную машину, и на поток, идущий мимо нее. Таким образом, принимаем четыре магнитных сепаратора У1-БМП на данной технологической операции. Аналогично подбираем магнитные сепараторы и на других этапах очистки зерна.

Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-6 имеет производительность 6 т/ч. Принимаем по одной машине на каждый поток. Воздушный сепаратор РЗ-БАБ обрабатывает поток производительностью 10,5 т/ч. Принимаем по одному сепаратору на каждый поток. Пневмосепаратор РЗ-БСД имеет производительность 7 т/ч. Принимаем по одному сепаратору на каждый поток. Аналогично принимаем два дисковых триера А9-УТК-6 производительностью 6 т/ч.

Для интенсивного увлажнения зерна применяют увлажнительные машины А1-БШУ-2 производительностью 6 т/ч. Принимаем по одной машине на каждый поток. Эти машины подают увлажненное зерно на распределительные конвейеры РЗ-БКШ-200, производительность которых по 6 т/ч каждый.

Бункера для отволаживания и устройства для выпуска и смешивания зерна рассчитывают так же, как и бункера для неочищенного зерна. После первичного отволаживания зерна, которое проводится раздельно для каждого потока, оба потока смешивают в один и таким образом составляют общую помольную партию зерна для данной секции.

Вторичная очистка и подготовка зерна осуществляются одним потоком с производительностью 10,5 т/ч, т. е. по заданной производительности секции 250 т/сут. Очистку зерна на этом потоке обеспечивают: магнитные сепараторы У1-БМЗ-01 производительностью 11 т/ч каждый (устанавливают по одному перед каждой машиной, всего 3); горизонтальная обочная машина РЗ-БГО-8, обеспечивающая производительность до 12 т/ч; энтолейтор РЗ-БЭЗ производительностью до 15 т/ч; воздушный сепаратор РЗ-БАБ производительностью до 10,5 т/ч.

После вторичной очистки зерна от примесей предусмотрено вторичное увлажнение. Эту технологическую операцию обеспечивают увлажнительный аппарат А1-БАЗ производительностью 12 т/ч, винтовые конвейеры РЗ-БКШ-200 и бункера вторичного отволаживания зерна. Перед подачей зерна в размольное отделение его увлажняют в машине А1-БШУ-1 производительностью 12 т/ч и отволаживают в бункере в течение 20...30 мин. Расчет бункера проводят с учетом указанного времени.

Размольное отделение. Оборудование размольного отделения рассчитывают по системам с учетом заданной производительности завода (секции), фактических нагрузок на оборудование (по балансу) и рекомендуемых норм нагрузок на отдельные виды оборудования (см. табл. V-6). В таблице V-9 представлен расчет размалывающей линии вальцовых станков по системам применительно к схеме (см. рис. V-2) и балансу типового мукомольного завода (см. табл. VII-7).

V-9. Расчет размалывающей линии вальцовых станков

Системы	Нагрузка по балансу, %	Нормативная нагрузка, кг / (см · сут)	Расчетная длина размалывающей линии, см	Фактическая длина размалывающей линии, см	Число вальцовых станков	Фактическая нагрузка кг / (см · сут)
I др.	100	800	308	300	1,5	830
II »	70	600	292	300	1,5	583
III др. кр.	20	350	143	200	1,0	250
III др. мелк.	19,1	300	180	200	1,0	238

Системы	Нагрузка по балансу, %	Нормативная нагрузка, кг/(см · сут)	Расчетная длина размалывающей линии, см	Фактическая длина размалывающей линии, см	Число вальцовых станков	Фактическая нагрузка, кг/(см · сут)
IV др. кр.	12,1	220	138	200	1,0	152
IV др. мелк.	8,9	220	101	100	0,5	222
1-я шл.	7,3	250	73	100	0,5	183
2-я »	7,2	250	72	100	0,5	182
1-я р.	25,3	160	394	400	2,0	158
2-я »	23,1	160	362	400	2,0	145
3-я »	12,8	180	179	200	1,0	160
4-я р.	11,5	180	159	200	1,0	144
5-я »	10,2	180	141	200	1,0	127
6-я »	7,2	180	100	100	0,5	180
7-я »	6,2	180	86	100	0,5	155
8-я »	5,7	180	79	100	0,5	143
9-я »	5,5	180	76	100	0,5	137
10-я »	5,3	180	73	100	0,5	133
11-я »	4,9	180	68	100	0,5	123
12-я »	3,5	180	48	100	0,5	82
Общая размалывающая линия и число станков	—	—	—	3600	18,0	—

При выборе норм нагрузок на размалывающую линию вальцовых станков по системам следует учитывать, что на шлифовочных и размольных системах установлены вальцы с микрошероховатой поверхностью, поэтому нормативные нагрузки на эти системы снижают, особенно на 1-й и 2-й размольных системах, чтобы получить максимальный выход муки на этих системах.

Расчетную длину размалывающей линии по каждой системе измельчения (L_p) определяем из зависимости

$$L_p = \frac{Qq_6}{q_n \cdot 100},$$

где Q — заданная производительность размольного отделения (секции), кг/сут; q_6 — нагрузка на систему измельчения по балансу помола, %; q_n — рекомендованная нормативная нагрузка на размалывающую линию данной системы, кг/(см · сут).

Фактическую длину размалывающей линии данной системы принимают, исходя из типоразмеров вальцовых станков. В данном расчете приняты вальцовые станки А1-БЗН, имеющие размеры вальцов 1000 × 250 мм. Фактическую удельную нагрузку на размалывающую линию каждой системы определяют делением нагрузки на систему (кг/сут) на фактическую длину размалывающей линии (см).

Для проверки правильности расчета определяют общую длину размалывающей линии по отраслевой норме нагрузок на размал-

дывающую линию всех вальцовых станков, которая для много-
сортных помолов пшеницы равна 70...75 кг/(см·сут)

$$L_{\text{общ}} = \frac{Q}{q_{\text{н.с}}} = \frac{250 \cdot 1000}{70} = 3571 \text{ см.}$$

Сравнивая эту длину размалывающей линии с общей длиной, полученной при расчете систем, убеждаемся, что расчет произведен правильно. Отклонения (3600—3571—29 см) незначительны. При значительных отклонениях данного сравнения необходимо изменять нормативные нагрузки по системам в рекомендованных пределах (см. табл. V-8).

Завершаем расчет размалывающей линии определением соотношения размалывающей линии размольных, включая шлифовочные, и драных систем. В данном расчете это соотношение равно

$$L_p/L_{\text{др}} = 2300/1300 = 1,77.$$

Для дополнительного измельчения зерновых продуктов после вальцовых станков используют энтолейторы и деташеры. Энтолейторы РЗ-БЭР устанавливают на 1, 2, 3-й размольных системах из расчета один энтолейтор на обе половины вальцового станка. Поэтому на 1-й и 2-й размольных системах устанавливают по два энтолейтора, а на 3-й размольной системе — один энтолейтор. Производительность энтолейтора РЗ-БЭР равна — 1,5...2,3 т/ч, что достаточно для дополнительного измельчения продуктов после обеих половин вальцового станка. Таким образом, на первых трех размольных системах устанавливаем пять энтолейторов. На остальных размольных системах, за исключением 12-й, для дополнительного измельчения спрессованных зерновых продуктов после вальцовых станков располагаем деташеры А1-БДГ из расчета: один деташер на каждую половину вальцового станка. Исходя из фактического распределения вальцовых станков по системам устанавливаем 12 деташеров. Производительность деташера А1-БДГ 0,3...0,6 т/ч.

В таблице V-10 приведен расчет просеивающей поверхности рассевов по системам для рассматриваемого мукомольного завода.

V-10. Расчет просеивающей поверхности рассевов по системам

Системы	Нагрузка по балансу, %	Нормативная нагрузка на секцию, т/сут	Расчетное число секций	Фактическое число секций	Фактическая нагрузка на секцию, т/сут
I др.	100	80	3,2	3,0	83
II »	70	60	2,9	3,0	58
III др. кр.	20	35	1,4	2,0	25
IV др. мелк.	19,1	30	1,6	2,0	24
V др. кр.	12,1	25	1,2	2,0	15

Системы	Нагрузка по балансу, %	Нормативная нагрузка на секцию, т/сут	Расчетное число секций	Фактическое число секций	Фактическая нагрузка на секцию, т/сут
IV др. мелк.	8,9	25	0,9	1,0	22
Сорт. 1	30,7	30	2,6	3,0	26
Сорт. 2	10,5	30	0,9	1,0	26
Сорт. 3	2,5	25	0,3	1,0	6
Сорт. 4	3,2	25	0,3	1,0	8
1-я шл.	7,3	25	0,7	1,0	18
2-я »	7,2	25	0,7	1,0	18
1-я р.	25,3	40	1,6	2,0	32
2-я »	23,1	40	1,5	2,0	29
3-я р.	12,8	25	1,3	2,0	18
4-я »	11,5	30	1,0	1,0	30
5-я »	10,2	25	1,0	1,0	25
6-я »	7,2	25	0,7	1,0	18
7-я »	6,2	25	0,6	1,0	15
8-я »	5,7	25	0,6	1,0	14
9-я »	5,5	20	0,7	1,0	14
10-я »	5,3	20	0,7	1,0	13
11-я »	4,9	20	0,6	1,0	12
12-я »	3,5	20	0,4	1,0	9
Контроль муки	79,1	50	4	4,0	50
Общее число секций рассевов	—	—	—	40	—

$$F_p = \frac{Qq_a}{q_n \cdot 1000},$$

где Q — заданная производительность размольного отделения (секции), т/сут; q_n — нагрузка на систему сортирования по балансу помола, %; q_a — рекомендуемая нормативная нагрузка на одну секцию рассева, т/сут.

Фактическое число секций получаем, округляя расчетное значение до ближайшего целого числа в сторону возрастания, чтобы не допустить перегрузки рассевов систем.

Для проверки правильности расчета определяем общую просеивающую поверхность по отраслевой норме нагрузок на просеивающую поверхность, которая для многосортных помолов равна 1330 кг/(м² · сут)

$$F_{\text{пос}} = \frac{Q}{q_{\text{пос}}} = \frac{250 \cdot 1000}{1330} = 188 \text{ м}^2.$$

Общее число секций рассевов можно получить делением общей расчетной просеивающей поверхности на поверхность сит одной секции, которая равна 4,7 м².

$$188 : 4,7 = 40 \text{ секций.}$$

Сравнивая полученное число секций с расчетным по системам (тоже 40 секций), можно установить, что отклонений нет и расчет произведен правильно. При значительных отклонениях данного сравнения необходимо изменять нормативные нагрузки по системам в рекомендованных пределах (см. табл. V-8).

Завершаем расчет просеивающей поверхности определением соотношения просеивающей поверхности размольных, включая шлифовочные, и драных систем. В данном расчете это соотношение равно

$$F_p/F_{др} = 17/13 = 1,3.$$

В таблице V-11 приведен расчет рабочей ширины сит ситовесечных машин по системам.

V-11. Расчет рабочей ширины сит ситовесечных машин

Системы	Нагрузка по балансу, %	Нормативная нагрузка, кг/(см·сут)	Расчетная ширина сит ситовесечных машин, см	Фактическая ширина сит ситовесечных машин, см	Число ситовесечных машин	Фактическая нагрузка, кг/(см·сут)
Св. 1 (кр. кр.)	11,0	700	39	40	0,5	690
Св. 2 (ср. кр.)	8,5	550	39	40	0,5	530
Св. 3 (кр. кр.)	6,5	700	23	40	0,5	410
Св. 4 (ср. кр.)	7,5	550	34	40	0,5	470
Св. 5 (мелк. кр.)	12,0	400	75	80	1,0	375
Св. 6 (дунст.)	11,5	350	82	80	1,0	360
Св. 7 (ср. кр.)	4,8	500	24	40	0,5	300
Св. 8 (мелк. кр.)	4,0	400	25	40	0,5	250
Общая ширина сит и число ситовесечных машин	—	—	—	400	5,0	—

Расчетную ширину сит ситовечечных машин по каждой системе обогащения определяем из зависимости

$$B_p = \frac{Q q_n}{q_n \cdot 100},$$

где Q — заданная производительность размольного отделения (секции), кг/сут; q_n — нагрузка на систему обогащения по балансу, %; q_n — рекомендуемая нормативная нагрузка на рабочую ширину сит ситовечечных машин данного продукта.

Фактическую ширину сит ситовечечных машин на данной системе принимаем исходя из типоразмеров этих машин. В данном расчете приняты ситовечечные машины А1-БСО, состоящие из двух самостоятельных половин и имеющих ширину сит по каждой половине 40 см.

Фактическую удельную нагрузку на рабочую ширину сит по каждой системе определяем делением нагрузки на систему (кг/сут) на фактическую ширину сит этой системы (см).

Для проверки правильности расчета определяем общую ширину сит, пользуясь отраслевой нормой нагрузок на машины, которая для многосортных хлебопекарных помолов равна 640 кг/(см·сут)

$$B_{\text{общ}} = \frac{Q}{q_n} = \frac{250 \cdot 1000}{640} = 390 \text{ см.}$$

Сравнивая общую ширину, определенную по отраслевой норме, с общей шириной сит, рассчитанной по системам, убеждаемся, что расхождения незначительны (400 — 390 = 10 см).

Расчет вымольных машин аналогичен расчету других видов технологического оборудования по фактической нагрузке на эти системы, взятой из баланса помола. Затем по этой нагрузке и производительности вымольных машин А1-БВГ подбираем их число по каждой системе. Производительность машины изменяется в пределах 0,9...1,6 т/ч в зависимости от размеров отверстий сит (0,75; 1,0; 1,25 мм). Чем больше диаметр отверстий сит, тем выше производительность машины. Применительно к рассматриваемому технологическому процессу получено: на вымольной системе № 1 — две машины, на системе № 2 — две машины, на системе № 3 — одна машина. Всего пять вымольных машин. Аналогичным расчетом получен один виброцентрофугал для сортирования проходных продуктов вымольных машин в соответствии со схемой (см. рис. V-2).

В институте «Ростовский Промзернопроект» разработана программа и произведены расчеты технологического оборудования на ЭВМ. Программа, исходные данные в виде технической характеристики схемы трехсортного помола пшеницы и результат распределения просеивающей поверхности рассевов представляют в виде распечаток.

Необходимое число технологического оборудования определяют расчетным путем, применяя прогрессивные нормативные удельные нагрузки на каждую машину, предусмотренную схемой технологического процесса. При размещении технологического оборудования на этажах выполняют следующие основные требования: однотипное оборудование размещают на одном этаже; обеспечивают максимальную естественную освещенность рабочих мест; соблюдают требования охраны труда, техники безопасности и максимально используют производственную площадь; выполняют требования технической эстетики; обеспечивают минимальное число транспортных механизмов и коммуникаций.

Размещение оборудования на этажах предопределяется также внутрицеховым видом транспорта, применяемым для перемещения зерна, промежуточных продуктов и готовой продукции.

Зерноочистительное отделение. Внутрицеховой транспорт в зерноочистительном отделении в ранее разработанных типовых проектах предусматривается механический (нории), а при подъеме зерна после обочных и щеточных машин — пневматический. В проектах мукомольных заводов, оснащенных комплектным высокопроизводительным оборудованием, применяют внутрицеховой транспорт — пневматический.

Оборудование для гидротермической обработки (машины влажного шелушения, моечные машины, кондиционеры) размещают на верхних этажах, обеспечивая дальнейшее перемещение зерна на последующие машины самотечным транспортом, так как не рекомендуется перемещать нориями, продуктопроводами увлажненное или пропаренное зерно. По эксплуатационным соображениям, с учетом санитарно-гигиенических требований, оборудование гидротермической обработки устанавливают в отдельном помещении. Под моечными машинами на нижних этажах располагают зерноуловители, пресс для отжима отходов, сушилки для отходов.

Оборудование для контроля отходов устанавливают на верхних этажах, чтобы на нижних этажах можно было разместить аспиратор, дробилку, весы, накопительные бункера на 10...12 ч работы мукомольного завода для каждой категории отходов.

Габаритное оборудование, имеющее высоту более 3,5 м (циклоны, фильтры, пылеотделители), устанавливают в середине здания либо около торцовых стен, чтобы не уменьшать естественную освещенность этажа, рабочих мест и другого, меньшего по габаритам оборудования. Некоторое оборудование (увлажнительные аппараты, шлюзовые затворы), расположение которых на полу ухудшает условия их обслуживания, монтируют на специальных станинах, на высоте от пола 0,8...1,2 м. Дисковые триеры располагают по высоте в два яруса, что позволяет более компактно уста-

новить оборудование и экономно использовать производственную площадь.

Воздуховодные машины типа ЗАФ размещают в изолированном от запыленности помещении. Горизонтальные обоечные машины РЗ-БГО монтируют с учетом укомплектованности магнитными сепараторами и возможности расположения на этом же этаже пневмосепарирующих каналов после них, машины для влажного шелушения зерна А1-БМШ — по устройству гидроизоляционных ванн, а сепараторы — по условиям выемки сита. При размещении норий выполняют определенные требования, необходимые при установке взрыворазрядителей и быстродействующих задвижек У2-БЗБ для локализации взрывов.

Продольные и поперечные проходы, связанные с выходами в смежные помещения и на лестничные клетки, а также между группами машин должны быть не менее 1,0 м, а между отдельными машинами — не менее 0,8 м. Продуктопроводы, норийные трубы, самотечные трубы, воздуховоды могут быть расположены около стен с разрывом от них не менее 0,25 м. Размещение указанного оборудования, устройств в проходах не допускается.

Стационарные площадки для обслуживания пневмотранспортных, аспирационных устройств, головок норий и т. п. предусматривают на высоте не ниже 2 м. На площадках с перилами высотой 1,0 м и зашивкой их по низу на 0,2 м предусматривают поперечные и продольные проходы не менее 0,8 м. При длине площадки более 10 м должно быть не менее двух входов — выходов.

Расстояние от площадки, помоста, перекрытия до оси горизонтальных, аспирационных и пневмотранспортных устройств должно быть не менее 2,2 м, до оси головок норий — не более 1,5 м. Не допускается установка группами сепараторов, щеточных, обоечных, моечных машин, машин влажного шелушения и другого оборудования, требующего к нему подхода для обслуживания со всех сторон. Около башмака норий следует предусматривать проходы с трех сторон для обслуживания шириной не менее 0,7 м. Горизонтальные участки аспирационных воздуховодов проектируют не выше 3,0 м от пола, а делительные, перекидные клапаны на самотечных трубах должны быть предусмотрены на высоте, удобной для обслуживания и равной 1,5 м.

Оборудование зерноочистительного отделения размещают по этажам в соответствии со схемой. Бункера для неочищенного зерна в большинстве случаев монтируют по ширине здания мукомольного завода со стороны элеватора. Нормами технологического проектирования рекомендуется принимать их вместимость не менее чем на 50 ч работы завода. Их используют для формирования помольной смеси в зерноочистительном отделении. По высоте бункера обычно занимают два-три верхних этажа, а нижние этажи при-

меняют для установки выпускных воронок, устройств УРЗ-1, винтовых конвейеров, подогревателей зерна и т. п.

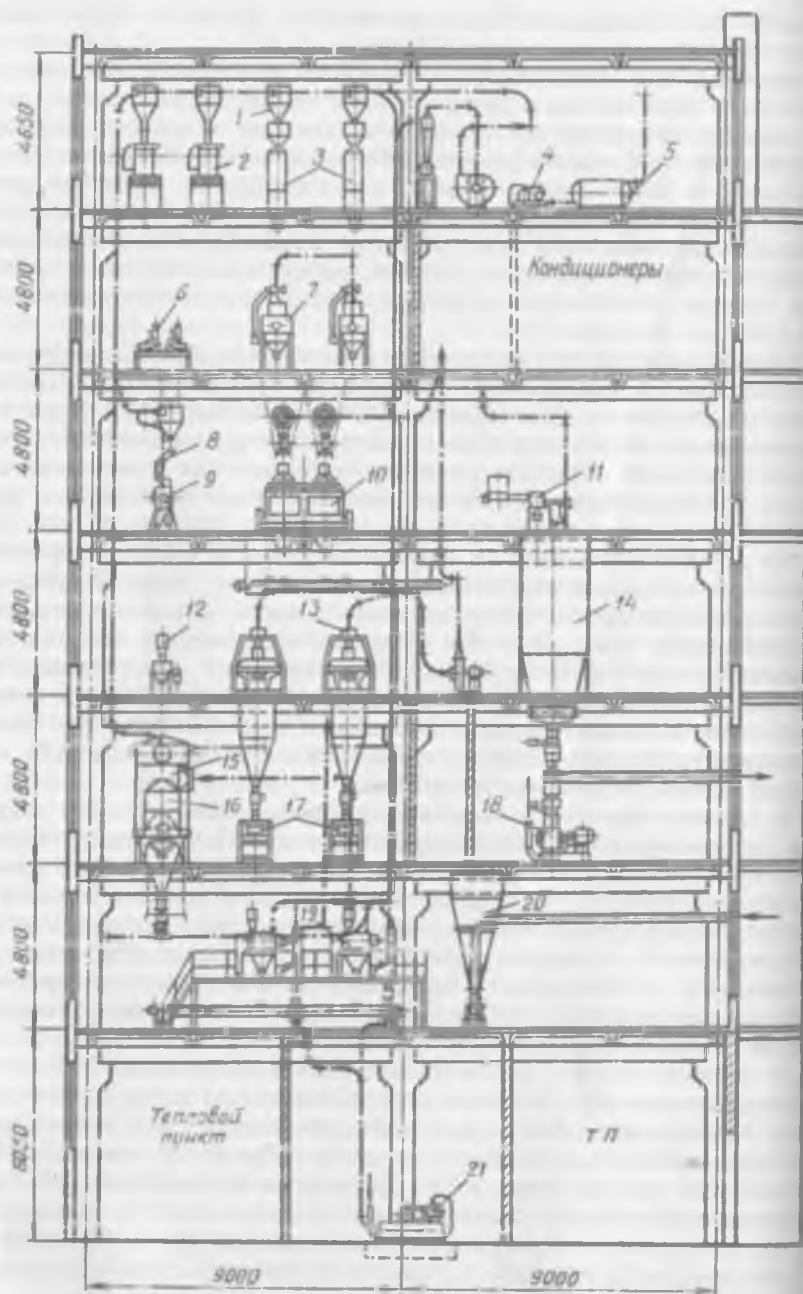
Бункера для отволаживания (первого и второго) размещают рядом с бункерами для неочищенного зерна либо рядом с размольным отделением за лестничной клеткой. Согласно нормам технологического проектирования их вместимость должна составлять около 48 ч работы мукомольного завода. Высота бункеров для отволаживания обычно составляет два этажа. В них происходит непрерывное (поточное) отволаживание зерна. Для этого в днищах предусматривают одно отверстие на каждые 0,6 м² площади сечения бункера. В бункерах размером 3×3 м число отверстий — 16, а в бункерах размером 1,5×1,5 м — 5.

При размещении технологического и транспортного оборудования его komponуют таким образом, чтобы число вертикальных подъемов было минимальным. Для сокращения пути перемещения зерна из зерноочистительного отделения в размольное размещают оборудование первичной очистки ближе к бункерам для неочищенного зерна, а оборудование вторичной очистки ближе к бункерам для отволаживания.

На мукомольных заводах мощностью до 250 т/сут предусматривают односекционную очистку и подготовку зерна. Раздельно подготовленные потоки зерна смешивают после бункеров основного отволаживания (рис. V-4). На мукомольных заводах мощностью более 250 т/сут (500 и 600 т/сут) применяют двухсекционную очистку и подготовку зерна, где осуществляется параллельная подготовка к помолу зерна с разными структурно-механическими свойствами (в одной секции — зерно стекловидностью до 55 %, во второй — стекловидностью более 55 %).

В типовом проекте мукомольного завода мощностью 250 т/сут для неочищенного зерна предусмотрено шесть бункеров общей вместимостью 534 т, что обеспечивает бесперебойную работу предприятия в течение 51 ч. Для отволаживания зерна используют четыре бункера вместимостью по 89 т и два бункера вместимостью по 67 т каждый. Это позволяет отволаживать зерно в течение 47 ч. Каждый бункер имеет 16 выпускных отверстий, которые самотечными трубами соединены с выпускными устройствами в виде воронок.

В типовом проекте мукомольного завода мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании для неочищенного зерна предусмотрено 12 бункеров общей вместимостью 1068 т. Это превышает двойную суточную потребность в зерне и позволяет посредством регуляторов потока зерна УРЗ-1 формировать помольные партии в зерноочистительном отделении с точностью до 1 %. Первое и второе отволаживание зерна двух секций происходит в 12 бункерах общей вместимостью 980 т, что позволяет, при необходимости, выдерживать зерно до 47 ч.



Основное оборудование зерноочистительного отделения мукомольного завода мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании размещено следующим образом. На седьмом этаже установлено оборудование внутрицехового транспорта, четыре фильтра РЦИ, четыре вентилятора РЗ-БВ, четыре пневмосепаратора РЗ-БСД, два компрессора ЗАФ и два ресивера объемом 1 м³ каждый.

В двух секциях на шестом этаже установлены по две машины влажного шелушения А1-БМШ и по двое весов АД-50-ЗЭ. Сепараторы А1-БИС-12 и А1-БСТ, обочечные машины РЗ-БМО-12 и вентиляторы РЗ-БВ размещены на пятом этаже. На четвертом этаже установлены четыре камнеотделительные машины РЗ-БКТ, два фильтра РЦИ и сушилка У2-БСО. Четыре триера А9-УТК-6 и А9-УТО-6, два аспиратора РЗ-БАБ и весы для отходов АД-50-МЭ размещены на третьем этаже зерноочистительного отделения.

На втором этаже установлен бункер для отходов, и после каждой воронки для зерна — регулятор потока зерна УРЗ-1. На первом этаже расположены семь воздухоудвух машин (нагнетатели) ЗАФ, каждая из которых обслуживает один трубопровод, по которому зерновая масса транспортируется на верхний этаж. Установлена также дробилка ДМ, бункер для куколя. На первом этаже размещена трансформаторная подстанция, обслуживающая мукомольный завод.

Размольное отделение. Необходимое число оборудования размольного отделения определяют расчетным путем, применяя прогрессивные нормативные нагрузки на каждый тип машины. Оборудование размещают с учетом вышеизложенных требований так, чтобы промежуточные продукты перемещались по кратчайшему пути с минимальным числом транспортных механизмов. В типовых проектах последних лет, а также в проектах мукомольных заводов на комплектном оборудовании в размольном отделении предусматривают прогрессивный вид внутрицехового транспорта — пневматический.

Оборудование размольного отделения размещают в соответствии с требованиями технологического процесса, с наименьшим числом транспортных механизмов и протяженностью внутрицеховых коммуникаций. Оборудование, выполняющее одинаковые технологические операции, целесообразно располагать на одном этаже.

Рис. V-4. Поперечный разрез мукомольного завода мощностью 250 т/сут по зерноочистительному отделению:

1 — разгрузители У2-БРО; 2 — триера У9-УТК-6; 3 — подогреватели зерна БПЗ; 4, 21 — компрессоры ЗАФ; 5 — ресивер; 6 — установка АЛ-БШУ; 7 — автоматические весы АД-50-ЗЭ; 8 — магнитный сепаратор; 9 — горизонтальная обочечная машина РЗ-БГО-8; 10 — сепаратор А1-БИС-12; 11 — автоматические весы АД-50-МЭ; 12 — энтолейтор РЗ-БЭЗ; 13 — камнеотделительная машина РЗ-БКТ; 14 — бункер для отходов I-II категории; 15 — фильтр РЦИ; 16 — аспиратор РЗ-БАБ; 17 — концентратор А1-БЭК-9; 18 — дробилка ДМ; 19 — обочечные машины РЗ-БГО-6; 20 — бункера для отходов III категории и куколя

Опыт действующих предприятий и проектных организаций подтвердил целесообразность применения сложившейся последовательности расположения технологического оборудования в размольном отделении: на нижних этажах — измельчающие машины (вальцовые станки), на средних этажах — машины обогащения промежуточных продуктов (ситовесечные машины), на верхних этажах — сортирующие машины (рассевы).

Число рядов транспортных механизмов (продуктопроводов) зависит от числа рядов вальцовых станков. Вальцовые станки обычно размещают в два, три, четыре и шесть рядов. Двух-, трех- и четырехрядное расположение вальцовых станков применяют на односекционных мукомольных заводах, а на двухсекционных — по два, три ряда станков в каждой секции.

Рассевы размещают так же, как и вальцовые станки, в два, три и четыре ряда. Ситовесечные машины устанавливают под рассевами. Их компоновку и распределение по системам уточняют в процессе выполнения коммуникации, при этом стараются обеспечить максимально возможную подачу продукта из рассевов в ситовесечные машины, а из них — в вальцовые станки самотечным транспортом при минимальном числе дополнительных продуктопроводов. Ситовесечные машины устанавливают в один или два ряда.

Оборудование, применяемое для вымола оболочечных продуктов, целесообразно размещать на этаже ситовесечных машин, так как при этом уменьшается число дополнительных транспортных механизмов. Вальцовые станки можно размещать группами не свыше пяти станков в группе (включая и электродвигатели) общей длиной не более 15 м. Разрывы между шкивами вальцовых станков должны быть не менее 0,7 м для установки электродвигателей. Если электродвигатели монтируют на нижнем этаже, расстояние между шкивами вальцовых станков должно быть не менее 0,35 м. Генеральные проходы и проходы между рядами вальцовых станков принимают не менее 1,0 м. Над вальцовыми станками необходимо предусматривать монорельсы с электротельфером для перемещения и установки вальцов. Для перемещения вальцов можно использовать также тележку.

Ситовесечные машины рекомендуется устанавливать приемными устройствами к оконным проемам для улучшения естественного освещения рабочих мест. Проходы между ситовесечными машинами должны быть не менее 0,8 м. В данную величину не входят диаметры самотечных труб, размещаемых около ситовесечных машин. Не рекомендуется размещать ситовесечные машины группами, так как их необходимо обслуживать со всех сторон. На этаже рассевов генеральные проходы принимают не менее 1,25 м. При двухрядном продольном размещении рассевов проходы должны быть не менее 1,15 м как по короткой, так и по длинной стороне

рассева. Рассевы РЗ-БРБ и РЗ-БРВ устанавливают с учетом высоты этажа.

Шлюзовые устройства разгрузителей для удобства их обслуживания рекомендуется устанавливать на специальных станинах высотой 0,8...1,2 м. Продуктопроводы, самотечные трубы, воздуховоды, норийные трубы можно размещать около стен на расстоянии не менее 0,25 м, не загромождая оконные проемы и не уменьшая естественной освещенности этажа, рабочих мест.

Шнеки, ленточные конвейеры, используемые для перемещения зерна, промежуточных продуктов и готовой продукции, необходимо размещать следующим образом: между параллельными конвейерами предусматривают проход не менее 1,0 м. Расстояние от стены до конвейера с одной стороны должно быть не менее 0,75 м, а с другой — не менее 0,40 м.

В размольном отделении, как и в зерноочистительном, для обслуживания оборудования, разных устройств на высоте предусматривают стационарные площадки на высоте не ниже 2 м. Площадки должны иметь лестницы и перила высотой 1 м с зашивкой их по низу на 0,2 м.

Весы для учета готовой продукции устанавливают на этаже ситовеечных машин либо распределительном этаже, обеспечивая требуемую освещенность счетного механизма. Бесперебойную работу автоматических весов обеспечивают и бункера, вместимость надвесового бункера должна быть $\geq 1,5$, а подвесного бункера $\geq 2,0$ вместимости весового ковша.

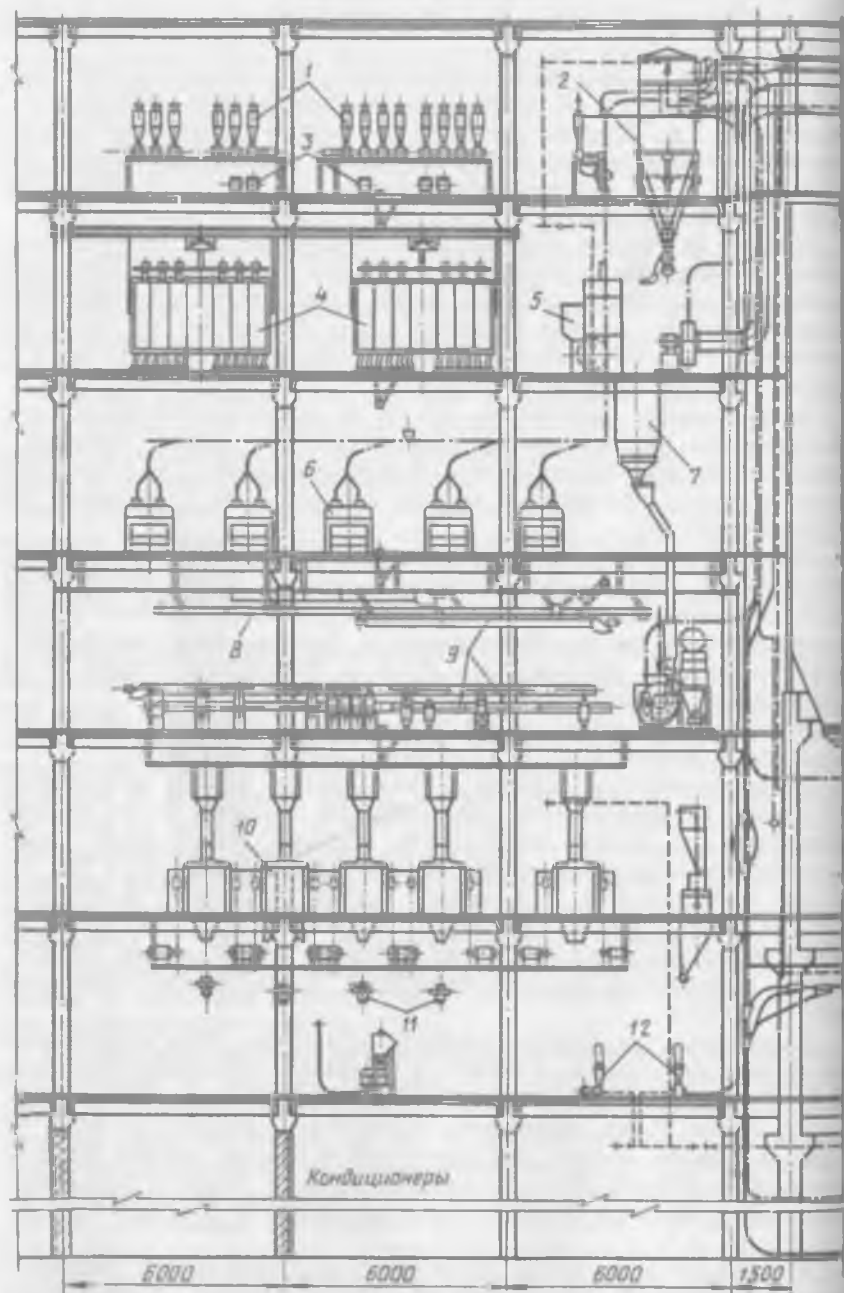
Расположение оборудования в размольном отделении мукомольного завода мощностью 250 т/сут приведено на рисунке V-5.

В размольном отделении мукомольного завода мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании основное оборудование размещено на этажах следующим образом. На третьем этаже установлены вальцовые станки А1-БЗН (типоразмер 1000×250) по 18 шт. в секции А и Б. В каждой секции применяют двухрядное расположение станков — по девять станков в ряду. Проходы на этаже вальцовых станков — между группами, между рядами станков, между станками и продуктопроводами соответствуют нормативным — 1,5...1,9 м.

Четвертый этаж является распределительным, здесь установлены магнитные сепараторы У1-БМП и У1-БММ, шлюзовые питатели РЗ-БЧП и винтовые конвейеры РЗ-БКШ-200.

На пятом этаже размещены ситовеечные машины А1-БСО по 5 шт. в каждой секции, предусмотрена в каждой секции система конвейеров РЗ-БКШ-200 для потоков муки, а также установлены вымольные машины А1-БВГ — пять в секции А и шесть — в секции Б.

Минимальные проходы 1,0 м предусмотрены между ситовеечными машинами и конвейером для потоков муки. Минимальный



проход между ситовеечными машинами составляет 1,3 м. Проход между продуктопроводами и ситовеечными машинами — 2,0 м.

Шестой этаж предназначен для установки 12 шестиприемных рассевов РЗ-БРБ и двух четырехприемных рассевов РЗ-БРВ. Применено четырехрядное расположение оборудования — по два ряда в каждой секции. Проходы на этаже рассевов превышают нормативные и составляют между рассевами 1,5 м, между продуктопроводами и рядом рассевов — 2,75 м.

На седьмом этаже установлены группами разгрузители. Проход между рядом продуктопроводов и станиной, на которой смонтированы разгрузители, составляет 2,5 м.

§ 6. ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАЖАХ И ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ЗДАНИЯ

Вариант расположения оборудования определяется производственной мощностью предприятия, типом помола, схемой технологического процесса и количеством оборудования. Число этажей (восемь) на мукомольных заводах сортового помола допускается нормами технологического проектирования и согласовано с пожарной охраной.

На рисунке V-6 представлены варианты расположения оборудования в размольном отделении мукомольных заводов, построенных по типовым проектам с применением современного оборудования и схем технологического процесса. Вариант *а* двухрядного расположения оборудования в четырехэтажном здании характерен для мукомольного завода обойного помола производственной мощностью до 150 т/сут, а также для мукомольного завода сортового помола ржи. При данном варианте расположения оборудования транспортные механизмы целесообразно размещать между рядами, в середине здания.

Последующие варианты *б, в, г, д, е, ж* применяют на мукомольных заводах сортового помола пшеницы с пневматическим транспортом.

Оборудование размольного отделения мукомольного завода $Q = 200...245$ т/сут (*б*) размещено в пятиэтажном трехпролетном здании, имеющем по ширине здания шаг колонн 6 м. Общая ширина 18 м. Высота здания 25,2 м. Нижние четыре этажа имеют высоту по 4,8 м, пятый этаж — 6 м. Применение пневматического транспорта позволило на первом этаже разместить вальцовые станки

Рис. V-5. Продольный разрез мукомольного завода мощностью 250 т/сут по размольному отделению:

1 — разгрузители У2-БЦР; 2 — фильтры РЦИ; 3 — деташеры А1-БДГ; 4 — рассевы РЗ-БРБ; 5 — станок для витаминизации муки А5-АУВМ-1; 6 — ситовеечные машины А1-БСО; 7 — бункер для витаминной смеси; 8 — вибротранспортер У1-БВТ; 9 — конвейеры РЗ-БКШ; 10 — вальцовые станки А1-БЗН; 11 — эленторы РЗ-БЭР; 12 — шлюзовые питатели РЗ-БШПМ

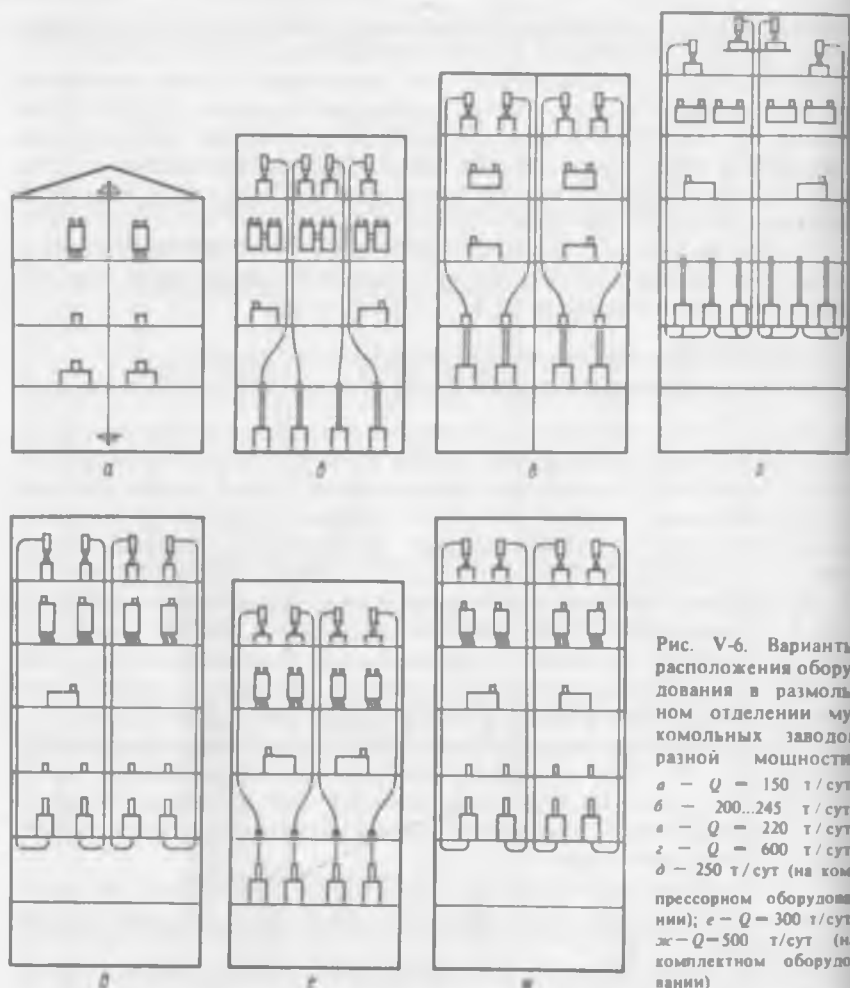


Рис. V-6. Варианты расположения оборудования в размольном отделении мукомольных заводов разной мощности:
 а — $Q = 150$ т/сут;
 б — $200 \dots 245$ т/сут;
 в — $Q = 220$ т/сут;
 г — $Q = 600$ т/сут;
 д — 250 т/сут (на компрессорном оборудовании);
 е — $Q = 300$ т/сут;
 ж — $Q = 500$ т/сут (на комплектном оборудовании)

с верхним забором продукта. Для установки пневмотранспортного оборудования использован пятый этаж, имеющий повышенную этажность.

При четырехрядном расположении вальцовых станков применено трехрядное расположение рассевов, установленных продольной осью перпендикулярно продольной оси здания. Ситовые машины расположены в два ряда.

Мукомольный завод мощностью 220 т/сут (в) представляет собой шестиэтажное здание общей высотой $29,9$ м. Ширина здания 18 м (два пролета по 9 м). Верхний этаж, предназначенный для

пневмотранспортного оборудования, имеет высоту 5,9 м, остальные этажи — по 4,8 м. Первый этаж предназначен для подсобных помещений. По действующим в настоящее время нормам проектирования (СНиП 2.10.05—85) вспомогательные помещения для обслуживающего персонала, как правило, следует размещать в отдельных стоящих зданиях.

Вальцовые станки с верхним забором продукта установлены в четыре ряда. При таком варианте размещения вальцовых станков рассевы ЗРШ-6М целесообразно продольной осью расположить перпендикулярно продольной оси здания. Это позволяет продукт каждого ряда вальцовых станков направлять в свой ряд приемов (секций) рассевов. Кроме того, при выборе варианта расположения оборудования расхождения по длине этажа вальцовых станков и рассевов в данном случае минимальные. Расположение ситовесечных машин двухрядное.

Шестиэтажное здание (з) предназначено для размещения оборудования сортового помола пшеницы мощностью 300 т/сут. Высота здания 29,9 м, шестой этаж имеет высоту 5,9 м, остальные — по 4,8 м. По ширине здание двухпролетное (2×9—18 м). На первом этаже расположены подсобные помещения.

Четырехрядному расположению вальцовых станков соответствует четырехрядное расположение рассевов ЗРШ-4М продольной осью параллельно продольной оси здания. Применено соответственно четырехрядное расположение транспортных механизмов. Ситовесечные машины установлены в два ряда.

Здание повышенной этажности (семь этажей) применено для размещения двухсекционного мукомольного завода мощностью 600 т/сут (д). Седьмой этаж имеет высоту 7,2 м, остальные этажи — по 4,8 м. Вальцовые станки расположены в шесть рядов (по три ряда в каждой секции) на третьем этаже. Рассевы ЗРШ-4М установлены продольной осью перпендикулярно продольной оси здания в четыре ряда (по два ряда в каждой секции).

Внутрицеховой транспорт пневматический. Четырехрядному расположению рассевов соответствует четырехрядное расположение продуктопроводов — два ряда около стен, два ряда — в середине здания. Забор продуктов измельчения от вальцовых станков осуществляется снизу на втором этаже.

На вариантах е и ж показано размещение оборудования в семиэтажном здании мукомольного завода мощностью 500 и 250 т/сут на комплектном оборудовании. Мукомольный завод мощностью 500 т/сут является двухсекционным, в каждой секции применено двухрядное расположение вальцовых станков А1-БЗН и двухрядное расположение рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ. Рассевы продольной осью установлены параллельно продольной оси здания. Расположение продуктопроводов четырехрядное — два ряда около стен, два ряда в середине здания. Ширина здания 18 м (два пролета по 9 м),

общая высота 34,8 м. Первый этаж, где установлены воздухоудельные машины, имеет высоту 6 м, все остальные — по 4,8 м. Ситовесечные машины А1-БСО расположены в два ряда.

На варианте ж представлено типовое решение по размещению односекционного комплектного оборудования на семи этажах мукомольного завода мощностью 250 т/сут. Оборудование размещено в здании шириной 18 м (два пролета по 9 м), высота здания 34,8 м, нижний этаж имеет высоту 6 м, остальные — по 4,8 м.

Применено четырехрядное расположение вальцовых станков А1-БЗН и четырехрядное — рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ. Ситовесечные машины А1-БСО расположены в один ряд. Каждый ряд вальцовых станков и рассевов обслуживается рядом продуктопроводов. Применено четырехрядное расположение продуктопроводов — два ряда около стен, два ряда в середине здания.

Проектируя мукомольный завод, вариант расположения оборудования выбирают, анализируя известные варианты и руководствуясь следующими требованиями: необходимо максимально использовать производственную площадь, соблюдая нормативные проходы между машинами; отношение длины здания к ширине не должно превышать 2:1, так как ухудшаются условия для проектирования внутрицеховой коммуникации; площадь здания должна быть минимальной.

Сопоставляют несколько вариантов расположения основного технологического оборудования, определяют по ним габариты здания, по технико-экономическим показателям данных вариантов устанавливают лучший вариант.

Определение габаритов предприятия производят следующим образом:

рассчитывают потребное число оборудования для зерноочистительного и размольного отделений;

определяют длину и ширину размольного отделения, сопоставляя варианты расположения основного технологического оборудования в размольном отделении;

ширину зерноочистительного отделения принимают равной ширине размольного отделения, а длину зерноочистительного отделения определяют по планам двух этажей с максимальным числом габаритного оборудования.

Порядок расчета и подбора технологического оборудования зерноочистительного и размольного отделения изложен в § 4.

Габариты размольного отделения определяют по нескольким вариантам (не менее двух) размещения основного технологического оборудования — вальцовых станков и рассевов. Длину находят по планам этажей, а ширину размольного отделения — по его поперечному разрезу, на котором видны составляющие ширины этажа вальцовых станков и рассевов (оборудование, транспортные механизмы, нормативные проходы).

В таблице V-12 приведены габариты основного технологического оборудования, длину и ширину которого учитывают при определении габаритов зерноочистительного и размольного отделений.

V-12. Габариты основного технологического оборудования

Оборудование	Размеры, мм	
	длина	ширина
Сепараторы:		
А1-БИС-12	1950	2525
А1-Б/ИС-12	2590	1360
РЗ-БАБ	1130	950
РЗ-БСД	1174	1174
А1-ЗСП-20	2400	1420
Камнеотделительные машины:		
РЗ-БКТ	1700	1410
А1-БОК	2700	1650
Триеры:		
А9-УТК-6	2425	960
А9-УТО-6	2000	960
Концентратор А1-БЗК-9	2800	960
Обочные машины:		
РЗ-БМО-6	1505	1075
РЗ-БМО-12	1505	1075
РЗ-БГО-6	1430	878
РЗ-БГО-8	2530	878
Моечная машина А1-БМШ	1900	1400
Вальцовые станки:		
А1-БЗН	2030	1700
БВ-2:		
(800 × 250)	2070	1630
(1000 × 250)	2270	1630
Рассевы:		
РЗ-БРВ	2815	1085
РЗ-БРБ	3730	1085
ЗРШ-6М	3060	1990
ЗРШ-4М	2400	1440
Ситовесечные машины:		
ЗМС-2-4	3155	1300
А1-БСО	2670	1270

Размольное отделение. На рисунке V-7 представлен один из возможных вариантов расположения технологического оборудования (вальцовые станки, рассевы) размольного отделения на планах этажей и в поперечном разрезе. Размеры оборудования и нормативные проходы являются составляющими данными для определения габаритов здания.

Длину рассевного этажа L_p определяют по формуле

$$L_p = 2P_p + 4P_1 + 3P_2,$$

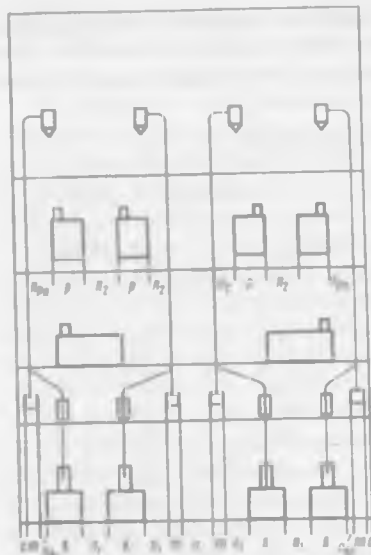


Рис. V-7. Вариант расположения оборудования

где P_p — величина генерального поперечного прохода ($P_p = 1,25$ м); P — длина расцева, м; P_2 — величина прохода на этаже ($P_2 = 1,15$ м).

Длину этажа L , вальцовых станков определяют по формуле

$$L = 2P_p + 8b_1 + 10t + P_2,$$

где P_p — величина генерального поперечного прохода ($P_p = 1,0$ м); b_1 — длина вальцового станка; t — расстояние между вальцовыми станками для установки электродвигателей ($t = 0,7$ м).

Расхождение между длиной вальцового и расцевого этажей не должно превышать 2,5 м. При большем расхождении следует выбрать другой вариант расположения оборудования или излишек площади этажа вальцовых станков использовать для размещения подсобных помещений.

Ширину B_n (м) этажа вальцовых станков определяют по формуле

$$B_n = 2c + 4nn + 2P_{nc} + 4v + 4P_1 + a,$$

где c — расстояние от стены до приемника продуктопровода (0,25 м); nn — габариты приемника, м; P_{nc} — величина продольного генерального прохода ($P_{nc} = 1,0$ м); v — ширина вальцового станка, м; P_1 — проход на этаже вальцовых станков ($P_1 = 1,0$ м); a — расстояние между двумя рядами продуктопроводов в середине здания, определяемое размером ригеля.

Ширина B_p (м) этажа расцево определяется по формуле

$$B_p = 2c + 4nn + 2P_{pn} + 4p + 4P_2 + a,$$

где P_{pn} — величина продольного генерального прохода ($P_{pn} = 1,25$ м); p — ширина расцева, м; P_2 — величина прохода на этаже расцево ($P_2 = 1,15$ м).

Ширина вальцового и расцевого этажей должна быть одинаковой.

Используя результаты расчетов, по данному варианту устанавливают длину и ширину размольного отделения, для чего: сопоставляют длину этажа вальцовых станков и расцево и выбирают большую длину; сопоставляют ширину этажа вальцовых станков и расцево и выбирают большую ширину. Затем по расчетной длине и ширине определяют фактическую длину и ширину здания, которые должны быть кратными длине унифицированных строительных элементов. По длине здания между осями колонн принято расстояние 6 м, а по ширине здания расстояния между осями колонн составляют 6 и 9 м.

Аналогичные расчеты выполняют по любому варианту расположения оборудования размольного отделения — определяют длину и ширину на этаже вальцовых станков и расцево. На основании расчетов устанавливают габариты размольного отделения, принимая большую длину и ширину. С учетом размеров унифицированных строительных элементов определяют фактическую длину и ширину по второму варианту.

Из двух (при необходимости и большем числе) вариантов определяют целесообразный, сопоставляя их технико-экономические показатели, порядок определения которых изложен ниже.

Коэффициент использования площади (%) расцевого этажа определяют по формуле

$$\delta_p = \frac{ppn}{BL} 100,$$

где δ_p — коэффициент использования площади расцевого этажа ($\delta_p = 25...30$ %); ppn — площадь установленных расцево, м²; BL — площадь расцевого этажа, м².

Коэффициент использования площади этажа (%) вальцовых станков определяют следующим образом:

$$\delta_n = \frac{bb_1n_1 + lb_2n_2}{BL} 100,$$

где δ_n — коэффициент использования площади этажа вальцовых станков ($\delta_n = 25...30$ %); bb_1 — площадь, занимаемая вальцовым станком, м²; n_1 — число вальцовых станков; lb_2 — площадь, занимаемая электродвигателями вальцового станка, м²; n_2 — число площадок, занимаемых электродвигателями; BL — ширина и длина вальцового этажа, м.

Естественную освещенность этажа определяют как отношение площади оконных проемов к площади этажа:

$$E = \frac{abn}{BL},$$

где ab — площадь окна, м²; n — число окон; BL — площадь этажа, м².

Оконные проемы располагают между колонками по длине этажа, с двух сторон. Естественная освещенность должна быть: в производственном корпусе 0,125...0,333; в лаборатории и административном корпусе — 0,200...0,333.

Наиболее экономичным является здание, у которого длина и ширина должны быть равны. По конструктивным требованиям отношение длины к ширине должно быть не более двух.

Сравнивая такие показатели, как объем здания, коэффициент использования площади рассевов и вальцовых станков, число дополнительных подъемов продукта, выбирают лучший вариант размольного отделения.

На рисунках V-8 и V-9 представлены варианты расположения вальцовых станков А1-БЗН, рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ, которые применены в типовых проектах мукомольных заводов мощностью 250 и 500 т/сут на комплектном оборудовании.

Зерноочистительное отделение. Ширину зерноочистительного отделения принимают равной ширине размольного отделения, а длину определяют по этажу, где установлено оборудование с наибольшими габаритами.

Расположение оборудования по этажам обуславливается схемой очистки и подготовки зерна, числом этажей и оборудования, требованиями размещения одноименного оборудования в пределах одного этажа, а также требованиями охраны труда и техники безопасности. После размещения оборудования на планах определяют этажи, где установлено оборудование с наибольшими габаритами (рис. V-10) и определяют длину данных этажей. Для мукомольного завода мощностью 250 т/сут на комплектном оборудовании длина пятого этажа l_5 (м) равна:

$$l_5 = 2P_p + l_{om},$$

где P_p — величина продольного генерального прохода ($P_p = 1,0$ м); l_{om} — длина горизонтальной обочной машины, м.

Длина третьего этажа l_3 (м)

$$l_3 = 2P_p + l_k,$$

где P_p — величина продольного генерального прохода ($P_p = 1,0$ м); l_k — длина концентратора, м.

Для дальнейшего расчета, сопоставив l_5 и l_3 , выбирают большую длину этажа; ее фактическое значение принимают кратным 6 (длина унифицированных строительных элементов).

К полученной величине прибавляют длину бункеров для неочищенного зерна и отволаживания ($l_6 = 6$ м), длину лестничной клетки ($l_{л.к} = 6$ м), длину строительного разрыва ($l_c = 1,5$ м) и получают фактическую длину зерноочистительного отделения.

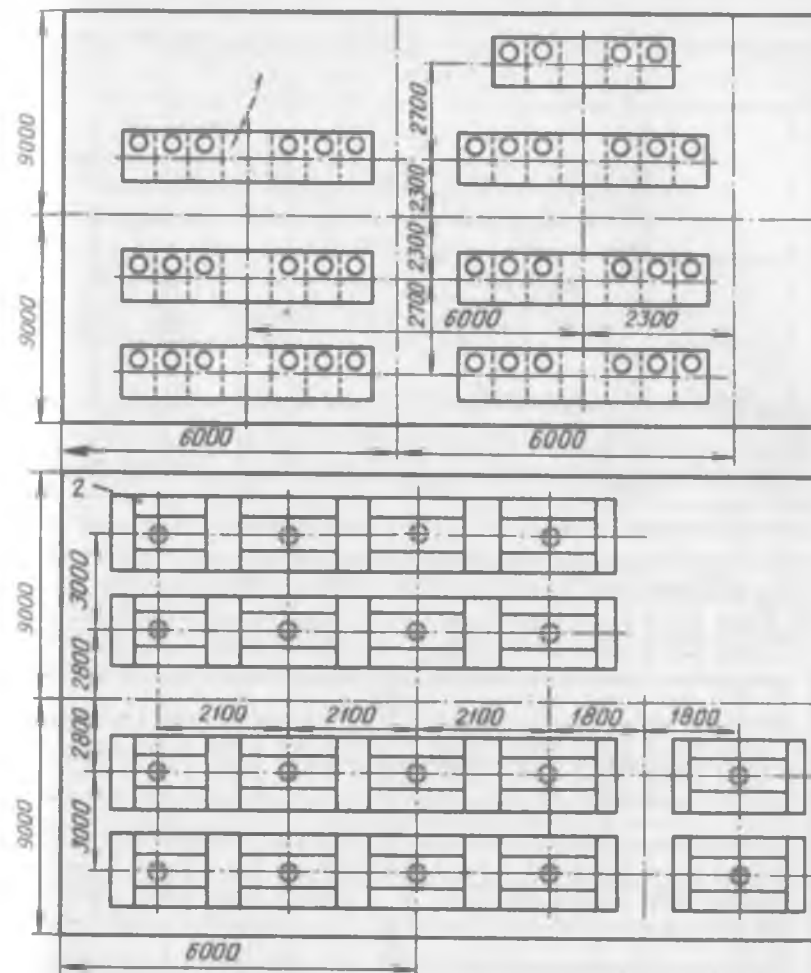


Рис. V-8. Расположение вальцовых станков А1-БЗН и рассевов (мукомольный завод мощностью 250 т/сут на комплектном оборудовании): 1 — рассев; 2 — вальцовый станок

Совпадение расчетных и фактических данных длины отделения может быть в монолитном варианте предприятия. Так как в настоящее время заводы строят из сборных железобетонных конструкций и строительные элементы имеют ограниченное число типоразмеров, фактические габариты превышают расчетные, что приводит к увеличению габаритов (длины, ширины), а также строительного объема завода.

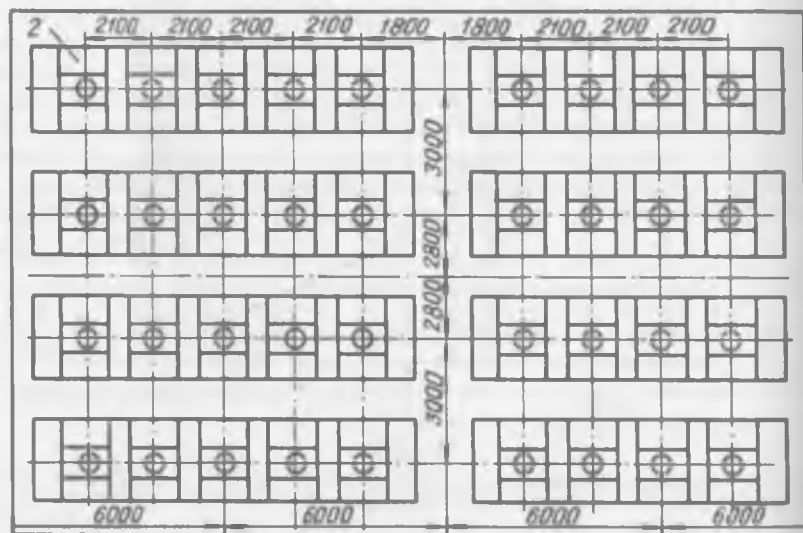
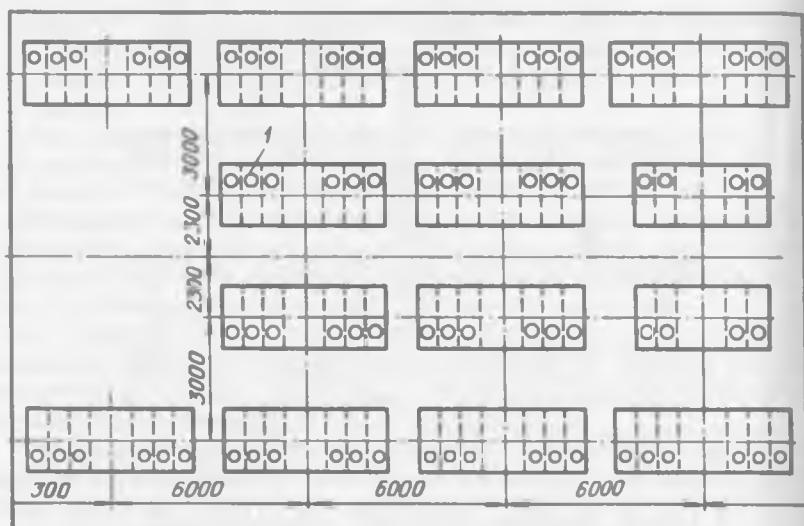
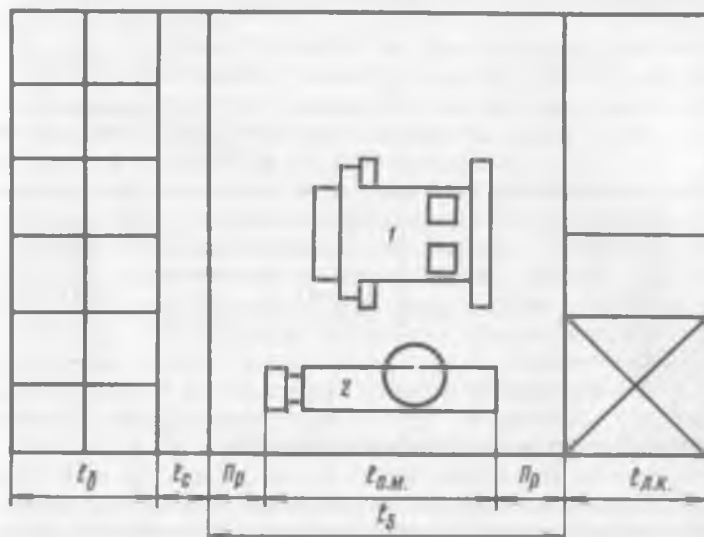


Рис. V-9. Расположение вальцовых станков А1-БЗН и рассевов (мукомольный завод мощностью 250 т/сут на комплектном оборудовании):

1 — рассев; 2 — вальцовый станок

В таблице V-13 представлены габариты отделений мукомольных заводов типовых проектов, разработанных в разные годы в ЦНИИпромзернопроект.

У этаж



III этаж

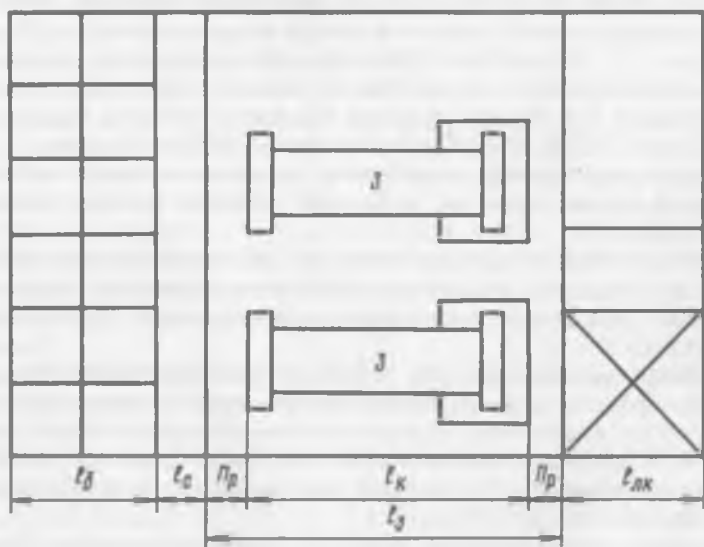


Рис. V-10. Расположение оборудования в зерноочистительном отделении:
1 — сепаратор А1-БИС-12; 2 — обочная машина РЗ-БГО-8; 3 — концентраты А1-БЗК-9

У-13. Размеры (м) отделений мукомольного завода

Мощность, т/сут	Зерноочистительное		Размольное
	общие	в том числе всех бунке- ров для зерна	
220...245	18 × 12	6 × 4,5	18 × 15
300	18 × 18	18 × 6	18 × 21
600	18 × 31,6	18 × 12	18 × 36
250*	18 × 19,5	18 × 6	18 × 18
500*	18 × 31,6	18 × 12	18 × 36

* На комплектном оборудовании.

§ 7. ТИПОВЫЕ ПРОЕКТЫ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

В ЦНИИпромзернопроект разработаны типовые проекты мукомольных заводов на базе комплектного оборудования. За основу технологической части зерноочистительного и размольного отделений была принята схема очистки и размола зерна Раменского комбината хлебопродуктов, построенного на швейцарском оборудовании, и технологическая схема зерноочистительного отделения завода мощностью 600 т/сут в Киеве, а также мощностью 500 т/сут в Москве и Ленинграде. При разработке проектов учитывался опыт строительства и эксплуатации первого мукомольного завода, построенного в г. Белая Церковь Киевской области, оснащенного комплектным оборудованием отечественного производства.

В настоящее время разработаны и применяют при строительстве мукомольных заводов следующие типовые проекты мукомольных заводов:

1. Завод мощностью 500 т/сут на базе комплектного оборудования. Он оснащен машинами влажного шелушения зерна и отделением бестарного хранения и отпуска муки общей вместимостью 3140 т.

2. Завод мощностью 250 т/сут на базе комплектного оборудования. Он оснащен машинами интенсивного увлажнения зерна в комплексе с машинами, осуществляющими «сухой» способ очистки зерна без промышленных стоков. На заводе имеется отделение бестарного хранения и отпуска муки общей вместимостью на 8,5 сут работы предприятия.

3. Завод мощностью 250 т/сут на базе комплектного оборудования для сейсмических районов Средней Азии и Закавказья. Он оснащен комплектом машин для «сухой» очистки зерна. Имеет сокращенный (до трех суток) запас хранения муки бестарным спо-

сбoм. Формирование сортов муки производится непосредственно в размольном отделении.

4. Завод мощностью 500 т/сут на базе комплектного оборудования. Предприятие имеет комплект машин для «сухой» очистки зерна и сокращенный (до трех суток) объем хранения муки бестарным способом. Установка формирования сортов муки в отделении бестарного хранения не предусматривается.

5. Завод мощностью 130 т/сут на базе комплектного оборудования для районов с малой плотностью населения. Отгрузка бестарным способом предусматривается как вариант с объемом отпуска 30...50 %. Применена линия с комплектом машин для «сухой» очистки зерна. Формирование двух сортов муки производится непосредственно в размольном отделении. Сравнительные габариты типовых мукомольных заводов приведены на рисунке V-11.

Типовой проект мукомольного завода мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании (рис. V-12). В проекте строительной части (см. рис. V-11) максимально использованы сборные унифицированные железобетонные конструкции, применена сборная лестничная клетка, сборно-монолитные фундаменты. Силосная часть выполнена из объемных элементов. Конструкция отделения бестарного хранения муки 16 выполнена с устройством внутренних тепловых коридоров, которые образуются за счет поворота ригелей подсилосной части сооружения на 90° и раскладки объемных элементов по пять в поперечном ряду со смещением опорного каркаса на 1,5 м в поперечном направлении. Технологическая часть данного завода подробно приведена в главе V § 2.

Особенности этого завода состоят в применении нагнетающего пневмотранспорта в зерноочистительном отделении, подаче муки на контрольные рассевы и распределении муки по бункерам. После них мука первого и второго потоков проходит через прибор контроля белизны РЗ-БЦП. Третий поток муки не контролируют в отсеиве и в приборе контроля белизны муки. Далее мука проходит магнитные аппараты и пробоотборники. Затем ее винтовыми конвейерами подают в автоматические весы. Далее муку нагнетающими линиями посекционно отправляют в отделение бестарного хранения.

Отруби взвешивают посекционно и одной общей нагнетающей линией пневмотранспорта производительностью 5,0 т/ч подают в бункера над прессами-грануляторами. В размольном отделении в каждой секции запроектирована установка для сушки отрубей. Наибольшую влажность имеют крупные отруби, получаемые сходом вымольных машин IV драной системы. Они являются наиболее грудносыпучим продуктом и поэтому подвергаются подсушиванию во всасывающей пневмотранспортной линии, перемещаясь с малой концентрацией на расстояние около 20 м в смеси с горячим воздухом температурой 110...120 °С, засасываемым через калорифер.

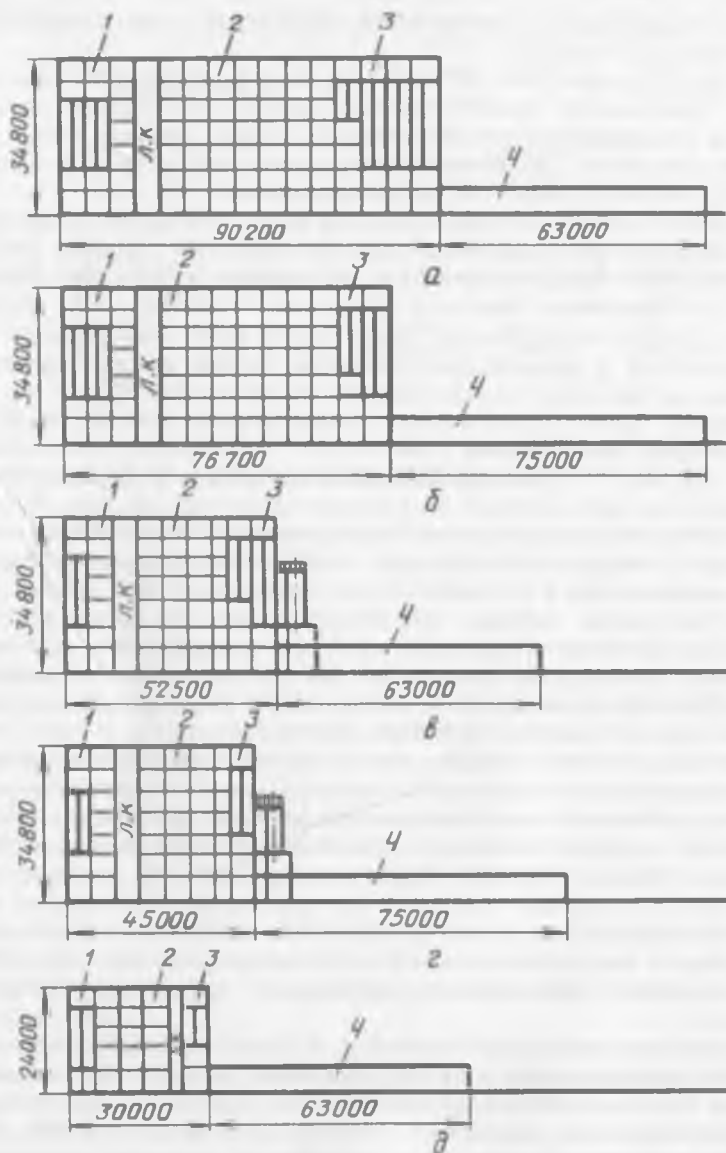


Рис. V-11. Размеры мукомольного завода по фасаду:

а — завод мощностью 500 т/сут; б — завод мощностью 500 т/сут с «сухим» способом очистки зерна и сокращенным объемом бестарного хранения муки; в — завод мощностью 250 т/сут; г — завод мощностью 250 т/сут для сейсмических районов Средней Азии и Закавказья; д — завод мощностью 130 т/сут для районов с малой плотностью населения; л. к. — лестничная клетка. 1 — зерноочистительное отделение, 2 — размольное отделение, 3 — отделение готовой продукции со складом бестарного хранения муки, 4 — склад тарного хранения муки



Рис. V-12. План расположения помещений и основного оборудования мукомольного завода мощностью 500 т/сут (этаж вальцовых станков):

1 — силосы для неочищенного зерна; 2 — силосы для отволаживания; 3 — зерноочистительное отделение; 4 — пульт диспетчерского управления; 5 — грузовой лифт; 6 — пассажирский лифт; 7 — лестничная клетка; 8 — размольное отделение; 9 — вальцовые станки; 10 — ось железной дороги; 11 — автоматические весы; 12 — отпускное устройство на железную дорогу; 13 — охладитель; 14 — весовыбоинные аппараты; 15 — смеситель; 16 — силосы для муки; 17 — ось выезда автомуковозов; 18 — устройство бестарного отпуска муки на автомобильный транспорт

Производительность линии сушки отрубей 1250...1500 кг/ч. Отруби подсушиваются примерно на 2,0%.

Подсушенные крупные отруби разгружают через фильтр РЦИ, смешивают с остальными отрубями и направляют в весы. Линия сушки отрубей имеет автономное управление и может быть отключена, если нет необходимости в подсушивании отрубей. Отруби подсушивают при отпуске их в рассыпном виде на автомобильный транспорт или на комбикормовый завод.

Каждая секция размольного отделения оснащена системой контроля выхода муки с записью показаний на регистрирующей ленте. В каждой секции запроектированы две пневмотранспортные установки всасывающего типа для подъема промежуточных продуктов размола зерна.

В отличие от ранее принятых принципиальных схем пневмотранспорта вентилятор высокого давления расположен непосредственно после сборного коллектора по ходу движения воздуха перед фильтром. Это позволяет снизить непроизводительные присосы воздуха в сеть до минимума и обеспечить более устойчивое транспортирование продукта. Вентилятор высокого давления поставляют в искробезопасном исполнении, которое состоит в том, что рабочее колесо и входной патрубок изготавливают из неискрящих материалов. После фильтра устанавливают вентилятор среднего давления.

В каждой секции предусмотрена аспирационная сеть, которая обеспыливает ситовечные машины и автоматические весы. Остальное оборудование размольного отделения обеспыливается за счет вакуума пневмотранспортных установок промежуточных продуктов, а также в результате высокой герметичности оборудования и сборных самотечных труб.

Все дистанционное управление секциями зерноочистительного и размольного отделений, а также загрузка отделения бестарного хранения мукой осуществляются с трех пультов, расположенных в помещении диспетчерской на третьем этаже (этаж вальцовых станков). При этом пульт № 1 осуществляет управление зерноочистительным и размольным отделениями секции А, пульт № 2 — секции Б, пульт № 3 — загрузкой муки в отделение бестарного хранения и обработкой отходов зерноочистительного отделения.

С пульта № 4, расположенного в помещении диспетчерской отпускного устройства на автомобильный транспорт, осуществляют контроль и управление всеми операциями с готовой продукцией.

Для управления приводами задвижек и клапанов, пневмоприборов машин подают сжатый воздух от компрессорной станции в количестве 4,5 м³/мин давлением $6 \cdot 10^5$ Па. Общий расход воды на производственное и хозяйственное водоснабжение 231,2 м³/сут. Он определен с учетом оборотного водоснабжения в системе охлаждения вальцов вальцовых станков и рециркуляция воды в промывных камерах вентиляционных установок. Для охлаждения воды в системе запроектирована градирня.

В отличие от мукомольного завода в г. Белая Церковь строительный объем здания уменьшен на 14 %. В результате этого, а также сокращения части оборудования, связанного с загрузкой и выгрузкой муки, уменьшена общая стоимость строительства корпуса примерно на 600 тыс. р. Технико-экономические показатели типового проекта определяли, исходя из выхода муки высшего сорта 75 %, в том числе манной крупы 2 %.

Стоимость строительства мукомольного завода с одноэтажным складом 5887 тыс. р., в том числе строительно-монтажных работ 1736,8 тыс. р., оборудования 4150 тыс. р. Численность работающих на заводе и в складе готовой продукции 87 человек. Завод работает в три смены. Выбойное, фасовочное и отделение готовой продукции работают в одну смену. Для загрузки железнодорожных вагонов в остальное время суток используют дежурные электропогрузчики. Общая вместимость силосов и бункеров для приемки, хранения и отпуска муки бестарно 3140 т, в таре 722 т. Годовая выработка муки 112,5 тыс. т, удельные капиталовложения на 1 т мощности 27,2 тыс. р., производительность труда 135,2 тыс. р., срок окупаемости 5,1 года.

Типовой проект мукомольного завода мощностью 250 т/сут на комплектном оборудовании. По сравнению с проектом завода мощ-

ностью 500 т/сут план расположения основных производственных помещений изменился следующим образом. Объем силосов (число) для зерна сокращен в два раза. Размольное отделение уменьшено по длине в два раза. Объем бестарного хранения муки уменьшен также в два раза. Отпускные устройства и склад готовой продукции применены те же, что и в проекте завода мощностью 500 т/сут. Так как ширина здания остается неизменной (18,0 м) по конструктивным соображениям, то эти сокращения привели к уменьшению общей длины здания корпуса на 37,5 м.

Компоновка оборудования полностью изменена. Это вызвано тем, что на мукомольном заводе мощностью 500 т/сут каждая секция располагалась в одном из двух поперечных пролетов здания параллельно друг другу. На заводе мощностью 250 т/сут одна секция и она расположена в двух пролетах, так как однопролетные здания из сборных железобетонных конструкций не строят. Кроме того, узкое и длинное здание невыгодно по многим соображениям, в том числе по стоимости, по расходу тепла на отопление и большой протяженности кабельных трасс, водопровода, сжатого воздуха. Размещение оборудования одной секции в двух поперечных пролетах имеет ряд особенностей.

Главным технологическим отличием является применение в зерноочистительном отделении «сухого» способа очистки зерна. Аналогом схемы технологического процесса послужила схема одной секции зерноочистительного отделения мукомольного завода мощностью 500 т/сут, построенного в г. Москве на комплектном швейцарском оборудовании фирмы «Бюлер».

Основными особенностями данной схемы технологического процесса служат фракционная очистка зерна с применением концентратора А1-БЗК-9 и горизонтальной обочечной машины А1-БГО-6, а также увлажнение зерна в машине А1-БШУ. Она позволяет увлажнять зерно на 5 % без образования сточных вод.

Замена моечных машин и машин влажного шелушения зерна машинами интенсивного увлажнения способствует снижению затрат на строительство очистных сооружений и эксплуатационных расходов, связанных с вывозом ила, накапливающегося в отстойниках. Новый способ очистки зерна не ухудшает качество конечного продукта так как в машинах интенсивного увлажнения производится шелушение зерна благодаря интенсивному трению зерновок между собой.

Продукты шелушения после отлежки зерна отделяются в аспираторах. Развитая схема очистки и подготовки зерна к помолу с использованием высокопроизводительного оборудования обеспечивает высокую эффективность очистки.

За основу построения технологического процесса в размольном отделении принята схема секции А мукомольного завода мощностью 500 т/сут. При разработке проекта размольного отделения

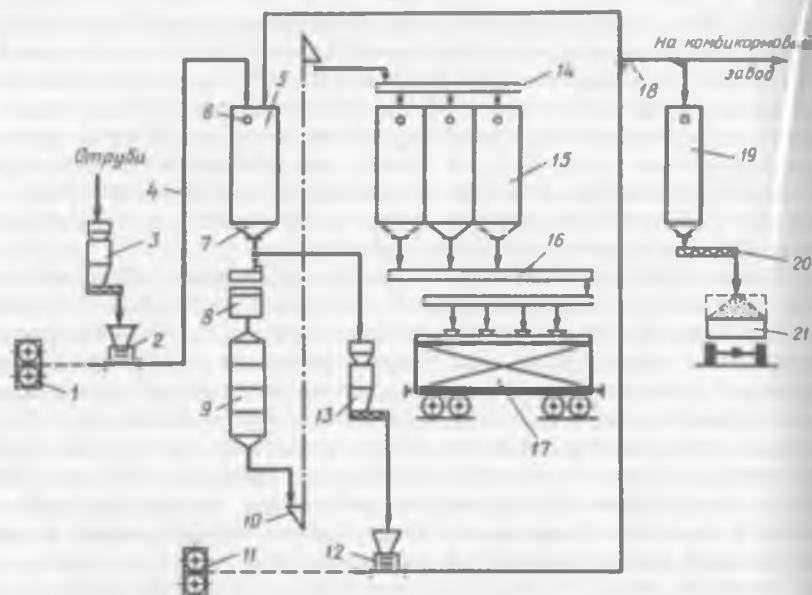


Рис. V-13. Схема движения отрубей в отделении готовой продукции мукомольного завода мощностью 250 т/сут:

1, 11 — воздуходувные машины; 2, 12 — питатели; 3, 13 — автоматические весы; 4 — трубопровод; 5, 15 — силосы для отрубей; 6 — датчик верхнего уровня; 7 — виброразгрузчик; 8 — пресс; 9 — охладитель; 10 — нория; 14, 16 — цепные конвейеры; 17 — вагон; 18 — переключатель; 19 — металлический бункер для отпуска отрубей насыпью; 20 — винтовой конвейер; 21 — автомобиль

по условиям коммуникации были закомплектованы четыре рассева из секции А и три рассева из секции Б. Произведена некоторая замена схем рассевов. Так как сбор муки осуществлялся с рассевов, расположенных в двух пролетах здания, сборные винтовые конвейеры для муки были перенесены с пятого этажа на четвертый. Сборные конвейеры короче из-за уменьшения длины здания. Отделение готовой продукции этого завода подробно описано в главе X.

Фасовка муки и манной крупы в мелкую тару запроектированы так же, как и на мукомольном заводе мощностью 500 т/сут. Отруби из размольного отделения линией нагнетающего пневмотранспорта с производительностью 2,5 т/ч поступают в оперативный бункер вместимостью 33,8 т (рис. V-13). Он оборудован виброразгрузителем, из которого отруби подают в пресс-гранулятор ДГ-1 8 либо на весы 13. Если на площадке, где привязывают типовой проект мукомольного завода, имеется комбикормовый завод, то отруби после взвешивания линией нагнетающего пневмотранспорта направляют в бункера для приемки мучнистого сырья этого завода либо на

отгрузку в автомобильный транспорт для отправки на расположенный рядом комбикормовый завод.

При отгрузке отрубей в железнодорожный транспорт их обязательно нужно гранулировать. Гранулированные отруби лучше разгружаются из бункеров, они могут дольше храниться, не теряя своего качества. Так как гранулированные отруби имеют объемную массу в два раза больше, чем рассыпные, то и в железнодорожный вагон их помещается больше. Это очень важно, так как для отгрузки отрубей потребуется меньше вагонов.

Отруби после их гранулирования в прессе поступают в охладитель 9 и нории 10 и цепным конвейером 14 распределяются по трем бункерам вместимостью 190 т. Из бункеров 15 гранулированные отруби с помощью виброразгрузчиков 7, которые оснащены задвижками с электропневмоприводом, и цепных конвейеров КПС(3)-320 16 (производительность 60 т/ч) направляют в железнодорожный вагон 17.

Производительность линии гранулирования около 4,0 т/ч. Силосы, расположенные до и после пресса 5 и 15, позволяют иметь достаточный запас времени для ремонта пресса и замены матриц.

Типовой проект мукомольного завода сортового помола мощностью 250 т/сут для сейсмических районов Средней Азии и Закавказья. Зерноочистительное и размольное отделения завода такие же, как и в типовом проекте завода мощностью 250 т/сут. Установка формирования сортов муки исключена из отделения бестарного хранения. Это делают непосредственно в размольном отделении в винтовых конвейерах. Объем бестарного хранения муки уменьшен до 3 сут. Площадь одноэтажного склада увеличена с размещением в нем продукции в мешках на 7 сут работы предприятия. Установлено два карусельных весовыбойных аппарата вместо одного.

На рисунке V-14 показана схема движения муки в отделении готовой продукции. Мука из размольного отделения подается по двум нагнетающим линиям пневмотранспорта производительностью до 7,8 и до 4,0 т/ч в силосы для выбоя муки 4 и силосы для ее хранения 5. Каждая пневмотранспортная линия состоит из воздуходувной машины 1, шлюзового питателя 2, переключателей на два направления 3 и комплекта труб.

В приемную воронку шлюзового питателя поступает мука после взвешивания на автоматических весах. На мукомольном заводе можно вырабатывать один или два сорта муки. Пневмотранспортная линия подает муку высшего и первого сортов в бункера. Обе линии имеют возможность подавать муку в любой из четырех силосов бестарного хранения муки. Это позволяет при привязке мукомольного завода к конкретной точке строительства уточнить соотношение вырабатываемых сортов муки при двухсортном варианте помола.

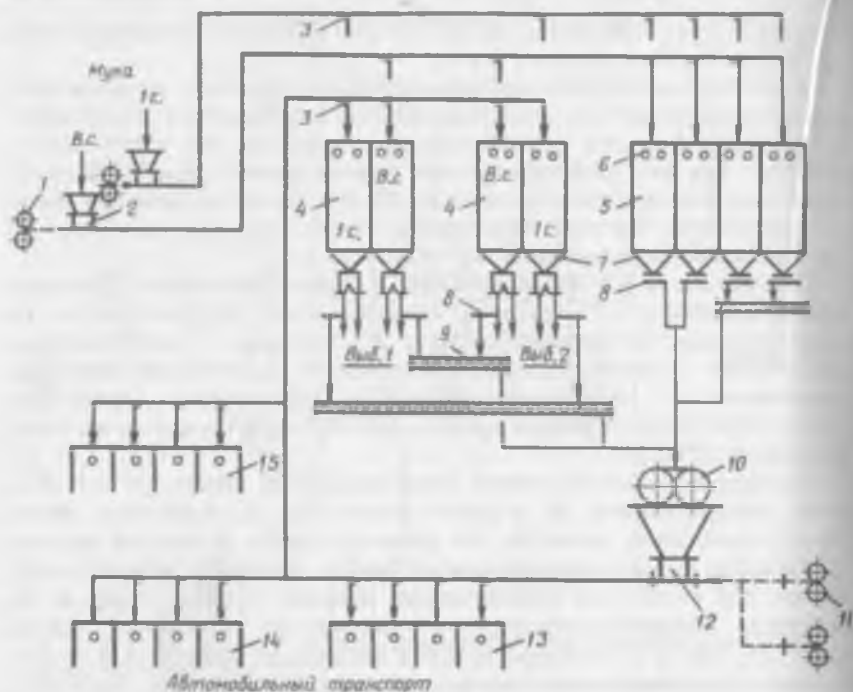


Рис. V-14. Схема движения муки на мукомольном заводе мощностью 250 т/сут для сейсмических районов Средней Азии и Закавказья:

1 — воздушная машина; 2, 12 — шлюзовые питатели; 3 — переключатели на два направления; 4 — силосы для выбои муки; 5 — силосы для бестарного хранения муки; 6 — датчики верхнего уровня; 7 — виброраггрузчики; 8 — винтовые питатели; 9 — винтовые конвейеры; 10 — центробежные просеиватели; 11 — винтовой компрессор; 13, 14 — силосы для бестарной отгрузки муки на автомобильный транспорт; 15 — силосы для бестарной отгрузки муки на железнодорожный транспорт

Строительную часть предприятия рассчитывают на сейсмичность. Это вносит целый ряд изменений в конструктивные и объемно-планировочные решения (см. рис. V-11).

Типовой проект мукомольного завода мощностью 500 т/сут с «сухим» способом очистки зерна и сокращенным объемом бестарного хранения муки. Схема технологического процесса очистки зерна аналогична представленной на рисунке V-2.

Размольное отделение также имеет аналог — типовой проект мукомольного завода мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании. Однако в размольное отделение в конце технологического процесса внесены значительные изменения. Так как из проекта исключена установка формирования сортов муки, это делают в каждой секции размольного отделения в агрегате, состоящем из трех винтовых конвейеров. Винты сборных конвейеров выполнены в виде наборных лопаток. Такая конструкция сборных кон-

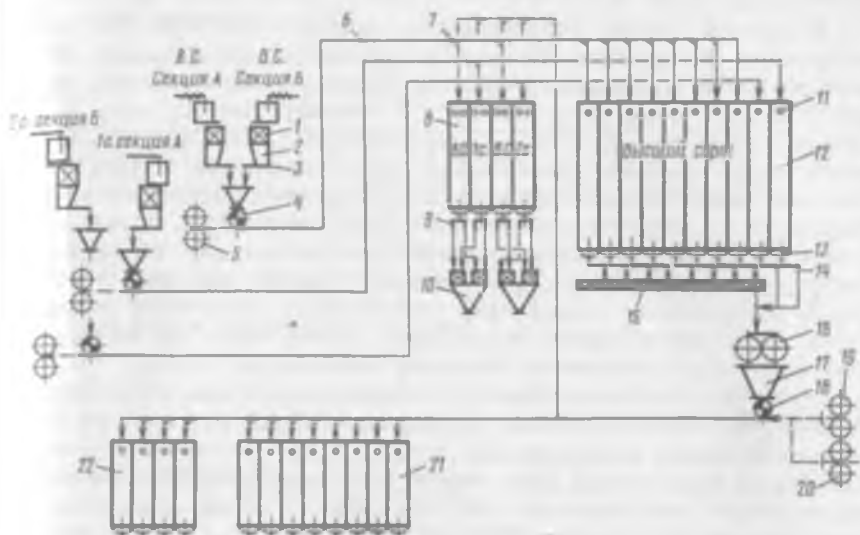


Рис. V-15. Схема движения муки на мукомольном заводе мощностью 500 т/сут с сокращенным объемом бестарного хранения муки:

1 — автоматические весы; 2 — бункер; 3 — винтовой питатель; 4 — шлюзовой питатель; 5 — воздушная машина; 6 — продуктопровод; 7 — переключатель на два направления; 8 — бункер выбоинного отделения; 9 — делитель муки на два потока; 10 — харусельный весовыбоинный аппарат; 11 — сигнализаторы верхнего уровня муки; 12 — силосы бестарного хранения муки; 13 — виборазгрузчики; 14 — трубчатые питатели; 15 — винтовой конвейер; 16 — просеивающие центробежные машины; 17 — бункер; 18 — шлюзовой затвор-питатель; 19 — винтовой компрессор; 20 — резервный винтовой компрессор; 21 — бункера отгрузки муки в автомуковозы; 22 — бункера отгрузки муки в вагоны-муковозы

вейеров способствует лучшему перемешиванию муки, сформированной из разных потоков (рис. V-15).

Так как мукомольный завод запроектирован для выработки трех сортов муки, принято отбирать высший сорт с обеих секций. Первый сорт и манную крупу отбирают с секции А, второй — с секции Б. Таким образом, из мукомольного завода по маршрутам пневмотранспорта будет направлено три потока муки: объединенный поток муки высшего сорта, первого сорта с секции А и второго сорта с секции Б.

В базовом варианте мукомольного завода мощностью 500 т/сут установлено шесть весов и смонтировано шесть линий нагнетающего пневмотранспорта для передачи потоков муки в отделение готовой продукции. В описываемом проекте использовано четверо весов, двое из которых предназначены для муки высшего сорта. Мука после них объединяется на одной линии нагнетающего пневмотранспорта, в которой происходит смешивание муки высшего сорта, полученной с двух секций (см. рис. V-18).

В каждой секции устанавливают аппарат А5-АУВМ для приготовления витаминной смеси. Мука высшего сорта из одной самотечной трубы контрольного рассева локальной всасывающей пневмоустановкой подается в аппарат. В пневмоустановку мука дозируется шлюзовым затвором с заглушенными ячейками. Избытки муки через сливную самотечную трубу соединяют с основным потоком муки. Излишки муки после ее загрузки в аппарат А5-АУВМ также через сливную самотечную трубу направляют в основной поток муки. После этого аппарата установлено два тарельчатых микродозатора: один для муки высшего, другой для муки первого сорта. На основном потоке муки устанавливают индикатор наличия зерна. При прекращении поступления потока муки он отключает микродозатор, и витаминная смесь не подается (см. гл. IX).

Муку после витаминизации и взвешивания направляют в четыре бункера над весовыбойными аппаратами. Общая вместимость бункеров выбойного отделения $63 \times 4 = 252$ т. Той же линией пневмотранспорта мука может быть подана в силосы бестарного хранения муки общей вместимостью $100 \cdot 10 = 1000$ т. Общая вместимость силосной части отделения готовой продукции 1252 т. При общем выходе муки до 80 % этой вместимости хватит на $1252 : 400 = 3,13$ сут работы предприятия.

Бункера над выбоём загружаются в первую очередь той мукой, которая фасуется в мешки и через склад подается на автомобильный и железнодорожный транспорт. Практически два карусельных весовыбойных аппарата могут фасовать в мешки почти 100 % суточной выработки муки за одну смену

$$\frac{252 + 16 \cdot 8}{2 \cdot 30} = 6,5 \text{ ч,}$$

где 16 — производительность подачи муки, т/ч; 8 — продолжительность работы одной смены, ч; 30 — производительность одного весовыбойного аппарата, т/ч.

Однако следует учесть, что оба аппарата параллельно могут работать при наличии пустого вагона. Если его нет, то работать может только один аппарат, так как производительность пакетформирующей машины У1-УМП-1 — 30 т/ч. Одним аппаратом за одну смену можно фасовать $30 \cdot 8 = 240$ т муки, т. е. более 60 % суточной выработки. Часть муки высшего сорта будет расфасована в аппарате А5-АФЛ. Сменная выработка цеха фасовки 40 т.

Практически зональный проект рассчитан на отгрузку преимущественно муки в таре более 50 % и без тары до 50 %, хотя при необходимости может быть и другое соотношение.

Основную часть муки будет составлять высший сорт. Под него отводится восемь силосов из десяти, что соответствует выходу высшего сорта $80 \cdot 8 : 10 = 64$ % и по одному для муки первого и второго сортов, что соответствует выходу по $80 \cdot 1 : 10 = 8$ %.

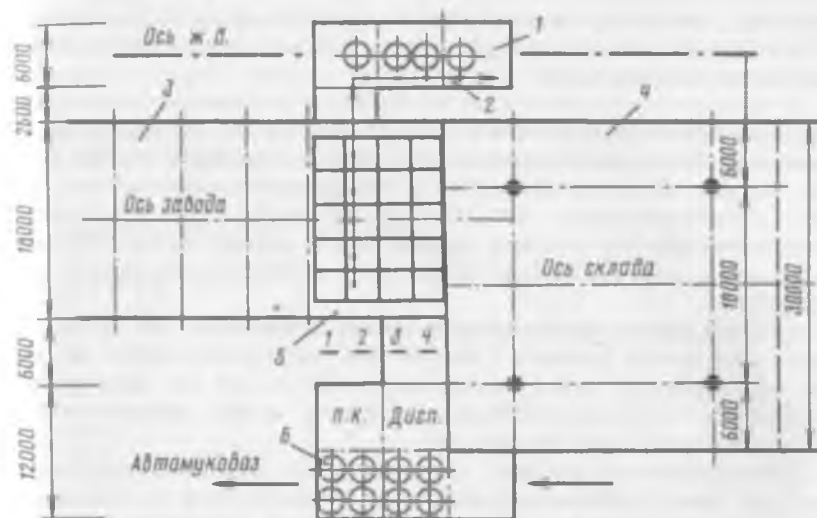


Рис. V-16. План-схема отделения готовой продукции мукомольного завода мощностью 500 т/сут с сокращенным объемом бестарного хранения муки:

1 — устройство отпуска муки и отрубей на железнодорожный транспорт; 2 — цепной конвейер погрузки гранулированных отрубей в железнодорожный вагон; 3 — размольное отделение; 4 — склад готовой продукции; 5 — отделение бестарного хранения муки; аэбой муки и гранулирование отрубей; 6 — устройство отпуска муки на автомобильный транспорт

Схема отделения готовой продукции очень проста, так как сокращено число потоков муки, исключена установка формирования сортов муки, уменьшено число бункеров почти в два раза, исключена возможность перекачки муки из бункера в бункер (на себя) в отделении бестарного хранения муки.

Муку из бункеров бестарного хранения после отволаживания направляют на бестарную отгрузку, в автомобильный и железнодорожный транспорт, а также как случайная операция она может быть направлена в выбойное отделение. Одна точка погрузки автомуковоза сокращена (рис. V-16). Вместимость каждого отпускного бункера увеличена до 16 т. Общая вместимость бункеров отпускного устройства $16 \times 8 = 128$ т.

Конструкция одноэтажного склада из легких металлических ферм, изготавливаемых индустриальным способом на заводах. Сетка колонн 18×18 м. Размеры по ограждающим конструкциям одной секции 30×30 м. Склад komponуют из трех секций. Уровень пола склада поднят относительно уровня земли на 1,2 м.

Перед поступлением в бункер крупные отруби подсушивают горячим воздухом в пневмоустановке. Отруби гранулируют в двух прессах-грануляторах и закладывают в пять силосов второго ряда общей вместимостью 350 т. С помощью виброразгрузчиков и пневмо-

задвижек гранулированные отруби подают на цепной конвейер КПС-320 и вторым конвейером 2 загружают в железнодорожный вагон через четыре люка.

Отпускное устройство на автомобильный транспорт имеет встроенные весы грузоподъемностью 30 т и рассчитано на автомуковозы повышенной грузоподъемности. Отпускное устройство может загрузить четыре автомуковоза за 1 ч, каждый вместимостью по 15 т. При неравномерности поступления автомобилей, определяемой коэффициентом 2,0 за одну первую смену, может быть отгружено 240 т муки, что составляет более 60 % суточной выработки предприятия.

Типовой проект мукомольного завода мощностью 130 т/сут. Для снабжения мукой районов с малой плотностью населения разработан мукомольный завод мощностью 130 т/сут на комплектном оборудовании. Завод способен обеспечить мукой район с численностью населения до 250 тыс. чел.

При разработке проекта принимали во внимание следующее. Так как завод небольшой мощности, строить его на новой, неосвоенной площадке нецелесообразно из-за высокой стоимости капиталовложений на строительство. Поэтому было решено, что предприятие должно быть построено на территории действующих хлебоприемных предприятий.

Принято два варианта привязки:

к сушильно-очистительной башне хлебоприемного пункта с ее реконструкцией для установки зерноочистительного оборудования с выделением мелкой фракции зерна;

к зерновому складу со строительством башни с норией и галереей для передачи зерна на мукомольный завод.

По второму варианту привязки предусматривается в зерноочистительном отделении оборудование для предварительной очистки зерна и выделения мелкой фракции.

Мощность завода была определена, исходя из параметрического ряда выпускаемого комплектного оборудования 6,0 т/ч, что составляет $6,0 \cdot 24 : 1,1 = 131$ т/сут, где 1,1 — коэффициент, вводимый на технологические линии зерноочистительного отделения для создания опережения его производительности по отношению к размольному отделению.

Учитывая небольшую мощность завода, были проведены поиски оптимального варианта объемно-планировочных решений. Было выяснено, что отделять зерноочистительное отделение от размольного брандмауэрной стеной нецелесообразно, так как это приведет к увеличению габаритов здания и эксплуатационных расходов.

В соответствии с требованиями СНиП категория помещений зерноочистительного отделения была отнесена к той же категории по взрывопожароопасности, что и размольное отделение — к категории Б.

Здание основного корпуса принято пятиэтажное с высотами этажей 4,8 м, размером в плане 18×24 м. Такие размеры оптимальные с точки зрения расположения коммуникаций и расхода тепла на отопление.

Завод имеет возможность вырабатывать одновременно два сорта муки, из которых высший сорт — основной. Предложено три основных варианта работы завода (табл. V-14).

V-14. Варианты работы мукомольного завода

Вырабатываемая продукция	I	II	III	Средний между II и III вариантами
Мука, %:				
высший сорт	75,0	60,0	50,0	55,0
первый »	—	—	28,0	14,0
второй »	—	20,0	—	10,0
Итого муки:	75,0	80,0	78,0	79,0
Отруби, %	21,5	16,5	18,5	17,5
Всего продукции, %	96,5	96,5	96,5	96,5

Принимать нужно II и III варианты в зависимости от потребности в муке первого и второго сортов, с тем чтобы избежать их завоза в данный район железнодорожным транспортом. Оба варианта близки по своим экономическим показателям. Поэтому расчет можно вести по среднему варианту, который позволяет получить из 1 т зерна продукции на сумму 157,7 р.

Принимаемое из зернохранилища зерно цепным конвейером распределяется по бункерам 5 вместимостью 180 т (рис. V-17).

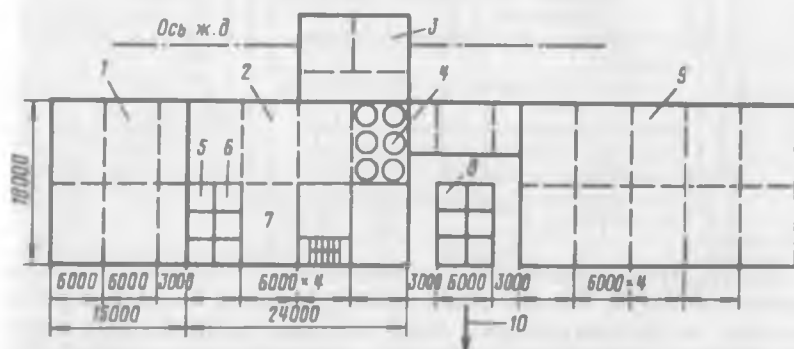


Рис. V-17. План-схема мукомольного завода мощностью 130 т/сут на комплектном оборудовании:

1 — трансформаторная подстанция, РП, воздуходувные машины, компрессоры; 2 — размольное отделение; 3 — устройство отпуска отрубей на железнодорожный транспорт; 4 — выбоинное отделение; 5 — бункера для неочищенного зерна; 6 — бункера отволаживания зерна; 7 — зерноочистительное отделение; 8 — устройство отпуска муки и отрубей на автомобильный транспорт; 9 — склад; 10 — ось выезда автомуковоза

Вместимость бункеров 6 для отволаживания пшеницы также 180 т. Схема зерноочистительного отделения 7 построена на принципе «сухого» способа очистки зерна, уже описанного ранее.

В размольном отделении 2 на первом этаже устанавливают десять вальцовых станков А1-БЗ-ЗН с верхний забором продукта, четыре шестиприемных рассева РЗ-БРБ, три ситовесечные машины А1-БСО-2, шесть деташеров А1-БДГ, три энтолейтора РЗ-БЭР, три вымольные машины А1-БВГ, один виброцентрофугал РЗ-БЦА.

Технологическая схема размольного отделения построена по описанной ранее схеме этого отделения мукомольного завода мощностью 500 т/сут (аналог), но с некоторыми изменениями. Так как вальцовые станки выпускают с вальцами длиной 1 м, то нагрузки на некоторые системы также отличаются от принятых в аналоге. Так, например, для того чтобы составить схему, понадобилось десять вальцовых станков. Поэтому удельная нагрузка на вальцовую линию уменьшилась по сравнению с аналогом с 70 до 65 кг/(см · сут). Нагрузка на I драную систему уменьшилась с 830 до 650 кг/(см · сут). Снизилась также нагрузка и на II драную систему. Однако это служит положительным фактором, так как позволяет на этих системах извлекать больше промежуточных продуктов. Размольная линия уменьшена с 11 до 9 систем. Сокращена 2-я размольная система (0,5 вальцового станка). Остальные системы имеют те же нагрузки или несколько меньше, чем в аналоге. Удельные нагрузки на рассевы и ситовесечные машины меньше, чем в аналоге (см. ниже).

Общая длина вальцовой линии, см:	2000
в том числе на системах	
драных	800
размольных	1200
Отношение длины размольных систем к драным	1,5
Удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/(см · сут)	65
Всего просеивающей поверхности, м ²	1128
Удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/(м ² · сут)	1152
Удельная нагрузка на ситовесечные машины, кг/(см · сут)	555

Сорта муки формируют в размольном отделении в винтовых конвейерах. Муку высшего и второго (первого) сортов после взвешивания на автоматических весах линиями нагнетающего пневмотранспорта направляют в бункера выбойного отделения 4 общей вместимостью 80 т либо в пристраиваемое устройство бестарного отпуска муки на автомобильный транспорт 8 общей вместимостью 120 т. Муку перед взвешиванием витаминизируют. Вместимость бункеров выбойного отделения позволяет фасовать муку в мешки в одну смену на двух весовыбойных аппаратах ДВМ-50П.

Основную часть готовой продукции в мешках отгружают на автомобильный транспорт и частично в автомуковозы. Всю муку в мешках отправляют в склад 9, где в машине У1-БПМ-15 формируют пакеты и размещают их в штабели. Склад вместимостью 1200 т имеет размеры в плане 18×54 м. Отгрузка муки в железнодорожные вагоны — случайная операция. Для этого предусмотрены пандус и платформа.

Муку также фасуют в готовые пакеты массой по 2 кг в весовом автоматическом дозаторе 6.086.АД-3-РМ с проволокошвейной машиной. Выбор фасовочного автомата сделан из экономических соображений. Высокопроизводительные автоматические линии не только дороги, но и требуют более квалифицированного обслуживания, а также нужны клей, краска и бумага. Получать готовые пакеты проще и, в данном случае, выгоднее.

Крупные отруби подсушивают, затем смешивают с мелкими и взвешивают. После автоматических весов отруби линией нагнетающего пневмотранспорта подают в два бункера вместимостью по 15 т (рис. V-18), откуда могут быть отгружены с помощью вибро-разгрузчиков и цепных конвейеров в железнодорожные вагоны. Той же пневмотранспортной линией отруби могут быть направлены в три бункера 17 вместимостью по 20 т каждый для отгрузки на автомобильный транспорт. Если к моменту строительства в районе не будет потребителей безарной муки, то это устройство можно не строить. При необходимости отгрузки отрубей на автомобильный транспорт точку отгрузки можно перенести на сто-

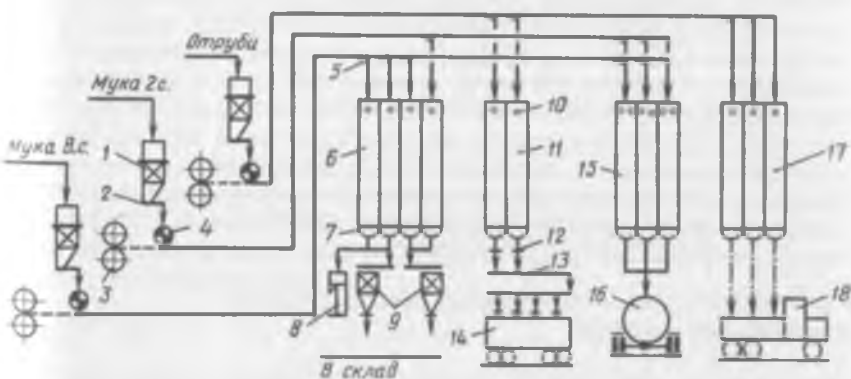


Рис. V-18. Схема движения муки и отрубей отделения готовой продукции мукомольного завода мощностью 130 т/сут:

1 — автоматические весы; 2 — винтовой питатель; 3 — воздуходувная машина; 4 — шлюзовая питатель; 5 — переключатель на два направления; 6 — металлические бункера для муки; 7 — вибро-разгрузчики; 8 — автомат для расфасовки муки в пакеты; 9 — весовые аппараты; 10 — датчики верхнего уровня; 11 — металлические бункера для отрубей; 12 — пневмоаппараты; 13 — цепной конвейер; 14 — вагоны; 15 — автомуковозы; 16 — железобетонные силосы для отрубей; 17 — грузовой

рону железной дороги, сняв часть железнодорожного полотна, либо заасфальтировав участок междупутья для проезда автомобиля.

К корпусу завода со стороны подачи зерна пристраивают одноэтажное помещение размером 15×18 м. В нем размещают трансформаторную подстанцию, РП, воздухоудные машины. Для нормального функционирования вальцовых станков запроектированы обратное водоснабжение и градирня. Для систем пневмоуправления необходима станция на два компрессора с давлением до $8 \cdot 10^5$ Па и расходом воздуха 3,0 м³/мин (один компрессор — резервный).

Управление технологическим оборудованием осуществляется с пульта диспетчерского управления, расположенного на втором этаже. Обеспечение электроэнергией — от однорядной комплектной трансформаторной подстанции 10(6)/0,4/0,23 кВт с двумя трансформаторами по 630 кВ · А каждый.

Основные технико-экономические показатели мукомольного завода мощностью 130 т/сут приведены ниже.

Показатели	По проекту
Мощность, т/сут	130
Годовая переработка зерна, тыс. т	39,0
Годовая выработка продукции, тыс. т:	
мука высшего сорта	28,9
крупа манная	0,4
отруби	8,4
Итого калькулируемой продукции, тыс. т	37,7
Численность работающих, чел.	44
Капитальные вложения, тыс. р.,	2224,4
в том числе стоимость основных фондов	2066,1
Удельные капитальные вложения на 1 т мощности, тыс. р.	17,11
Товарная продукция, тыс. р.	6238,5
Нормативная чистая продукция, тыс. р.	658,3
Издержки производства, тыс. р.	5483,1
Стоимость технической переработки, тыс. р.	401,6
Прибыль, тыс. р.	755,4
Срок окупаемости капитальных вложений, год	2,9
Производительность труда на одного работающего, тыс. р.	
в натуральном выражении по товарной продукции	856,8
в стоимостном выражении по товарной продукции	141,78
по нормативно-чистой продукции	14,96

5 в. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Характерной особенностью современного развития мукомольной промышленности являются реконструкция и техническое перевооружение ее предприятий на базе широкого использования новой техники и технологии, механизации и автоматизации технологических процессов, а также внедрение прогрессивных способов организации труда. Под реконструкцией понимают коренное изменение производства посредством замены существующего технологического,

транспортного и аспирационного оборудования, расширения зданий путем их достройки или надстройки, применение новой технологии.

Техническое перевооружение касается лишь замены оборудования и использование новой, передовой технологии, как правило, без расширения зданий, хотя четкого разграничения указанных понятий нет.

Основными направлениями реконструкции и технического перевооружения мукомольных заводов служат частичная или полная замена устаревшего технологического и транспортного оборудования на новое и использование новой технологии, применяемой для мукомольного завода на комплексном оборудовании.

При частичной замене устанавливают новое оборудование прежде всего в зерноочистительном отделении, вальцовые станки А1-БЗ-ЗН, ситовечные машины А1-БСО-2. При полной замене оборудования используют весь комплект оборудования для мукомольного завода мощностью 250 и 500 т/сут. Применяют такую же технологию и нагрузки на основное технологическое оборудование.

При выборе направлений реконструкции и технического перевооружения мукомольных заводов нужно учитывать необходимость повышения эффективности капитальных вложений. Капитальные вложения, направленные на реконструкцию и техническое перевооружение, обеспечивают по сравнению с новым строительством более быстрый прирост производственных мощностей.

В расчетах эффективности капитальных вложений определяют общую (абсолютную) и сравнительную экономическую эффективность. Общая эффективность показывает величину отдачи капитальных вложений, а сравнительная — насколько один вариант эффективнее другого. Поэтому основой принятия решений о направлениях реконструкции и технического перевооружения мукомольных заводов должна быть разработка различных вариантов и определение общей и сравнительной эффективности по каждому варианту.

Общая экономическая эффективность $\mathcal{E}_{\text{по}}$ капитальных вложений в пределах производственного объединения, предприятия определяется сопоставлением прироста прибыли $\Delta\P$ к капитальным вложениям K , ее обеспечивающим,

$$\mathcal{E}_{\text{по}} = \Delta\P / K.$$

Если ведется новое строительство предприятия, то эффективность капитальных вложений $\mathcal{E}_{\text{ис}}$ определяется как отношение получаемой прибыли Π к капитальным вложениям K на строительство

$$\mathcal{E}_{\text{ис}} = \Pi / K.$$

Полученные значения $\mathcal{E}_{\text{по}}$ и $\mathcal{E}_{\text{ис}}$ необходимо сопоставить с соответствующими нормативами общей эффективности $\mathcal{E}_{\text{н}}$. Если

величины $\mathcal{E}_{\text{по}}$ и $\mathcal{E}_{\text{нс}}$ больше нормативных, то капитальные вложения признаются эффективными.

При расчетах сравнительной эффективности в отличие от общей эффективности следует применять единый показатель минимума приведенных затрат C_n

$$C_n + E_n K_n \rightarrow \min,$$

где C_n — себестоимость продукции по вариантам; E_n — нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений; K_n — капитальные вложения по вариантам.

Опыт реконструкции и технического перевооружения ряда мукомольных заводов за последнее время показывает, что более эффективным направлением является частичная замена технологического и транспортного оборудования, а также внедрение новой технологии очистки, подготовки и размола зерна.

Высокую степень очистки зерна обеспечивает применение предварительной очистки зерна в элеваторе, использование новых сепараторов, камнеотделительных машин, концентраторов и другого оборудования. Эффективно также применение нагнетающего пневмотранспорта в зерноочистительном отделении и особенно при большой этажности (5...7) и небольшом размере помещений. При меньшей этажности применение пневмотранспорта в зерноочистительном отделении выполнить трудно. В этих случаях можно оставить имеющийся механический транспорт.

В размольном отделении лучше устанавливать новые вальцовые станки, ситовечные машины, всасывающий пневмотранспорт с его новым оборудованием (фильтры-циклоны, вентиляторы высокого и среднего давления). Использование при реконструкции и техническом перевооружении рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ не всегда возможно из-за низкой высоты этажа. Поэтому приходится оставлять рассевы ЗРШ-М.

При установке вальцовых станков на первом этаже необходимо предусмотреть специальные каналы в полу первого этажа для прокладки кабеля, труб водопровода охлаждающей воды к вальцам, трубопроводов сжатого воздуха для пневмосистемы группового управления вальцовыми станками. Для монтажа пневмоприемников вальцовых станков необходимо устраивать приямки. При этом энтолейторы для 1, 2 и 3-й размольных систем размещают на этаже разгрузителей, устанавливая верхнюю часть продуктопровода вместо отвода (рис. V-19).

Высокая эффективность реконструкции и технического перевооружения может быть достигнута только при использовании возможностей, заложенных в типовом проекте мукомольного завода на комплектном оборудовании. Необходимо предусматривать выделение помещения для установки пульта управления, где и сосредоточить все средства управления.

Использование новой технологии и частичная замена оборудования позволяют достигнуть высоких результатов при минимальных капитальных вложениях и небольших сроках остановки предприятий (2...3 мес).

Второе направление технического перевооружения — это полная замена всего оборудования на комплектное высокопроизводительное. Такие реконструкции и техническое перевооружение требуют длительной остановки, больших капитальных затрат при увеличении срока окупаемости до 5...7 лет, но дают и максимальную технологическую эффективность. Качество и выход готовой продукции такие же, как и на мукомольных заводах, построенных на комплектном оборудовании. При этом объем строительно-монтажных работ значительно меньше, чем при новом строительстве.

В основном мукомольные заводы, построенные с 1960 по 1980 г., имели мощность 245 т/сут. Они построены по типовым проектам ЦНИИпромзернопроект 415-1-3 и 415-1-10. ЦНИИпромзернопроект разработал проект реконструкции этих предприятий на основе комплектного оборудования.

Мощность мукомольного завода после реконструкции — 250 т/сут. Схема зерноочистительного и размольного отделений взята из типового проекта мукомольного завода мощностью 250 т/сут на комплектном оборудовании. В зерноочистительном отделении применен «сухой» способ очистки зерна. В производственных помещениях удалось разместить полный комплект оборудования (кроме отделения бестарного хранения муки). Это дало основание гарантировать высокие показатели работы реконструируемого мукомольного предприятия.

В объем реконструкции входит строительство подсобно-бытового корпуса и компрессорной станции. Помещения бытовок, которые располагались под отделением бестарного хранения муки, перестроены под производственные помещения, где установлено оборудование цеха фасовки и воздухоудвные машины размольного отделения и бестарного хранения муки. Построено новое отпускное устройство на автомобильный транспорт.

В объеме реконструкции строительной части здания входят

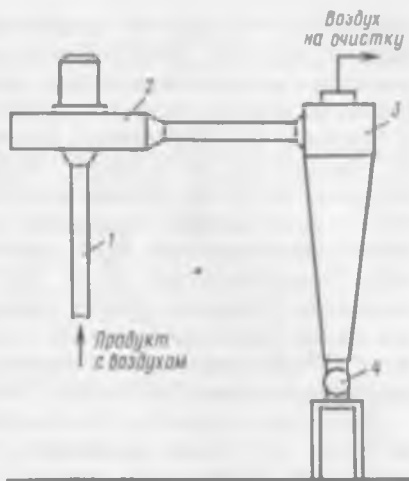


Рис. V-19. Вариант установки энтолейторов на этаже разгрузителей:

1 — продуктопровод; 2 — энтолейтор; 3 — разгрузитель; 4 — шиловый затвор

разборка и устройство перегородок, тамбур-шлюзов, каналов, пожарных лестниц, усиление перекрытий и устройство отверстий под технологическое оборудование, трубопроводы, разборка и устройство днищ силосов для муки и отрубей под виброразгрузители РЗ-БВА-130.

Силосы для бестарного хранения муки и отрубей практически не изменились. Из общего числа силосов 24 для хранения муки предусмотрено 14. Общая вместимость бестарного хранения муки 448 т. Для отрубей выделено четыре силоса, в том числе три общей вместимостью 105 т для гранулированных отрубей и один силос вместимостью 20 т для рассыпных. Над весовыбойным аппаратом устроено четыре силоса общей вместимостью 128 т и два силоса вместимостью 64 т для отгрузки муки в вагоны-муковозы. Общая вместимость силосов бестарного хранения муки соответствует производству муки в течение 2,4 сут.

Если предположить, что бестарным способом будет отгружаться не более 60 % всей продукции, то время отлежки муки составит 4 сут. Для выбоя муки используют один карусельный весовыбойный аппарат, который за одну смену может фасовать суточную выработку муки с производительностью 30 т/ч. Предусмотрена выработка муки разных сортов. При производстве муки первого и второго сортов общий выход муки должен быть увеличен до 78...80 % в зависимости от соотношения вырабатываемых сортов муки. Однако выработка муки высшего сорта не должна быть меньше 60 % во избежание потери рентабельности предприятием.

Так как в существующем здании не оказалось возможным разместить установку формирования сортов муки, их формируют непосредственно в размольном отделении. Хотя есть возможность отбирать и транспортировать три сорта муки, удобнее вырабатывать первый и второй сорта поочередно, так как контроль муки предусмотрен только для двух потоков муки. При двух- и трехсортных вариантах помола рентабельность предприятия выше, так как разность в стоимости муки второго сорта и отрубей отличается в 5,7 раза, а общий выход муки увеличивается. Можно рекомендовать следующие варианты выходов муки:

Мука, %	Варианты	
	I	II
высший сорт	62	66
первый »	16	—
второй »	—	14
Итого:	78	80

Вопросы для самоконтроля. 1. Каковы основные требования, предъявляемые к проектам мукомольных заводов? 2. Укажите особенности проектирования предварительной очистки зерна в элеваторе. 3. Расскажите об особенностях составления технологической схемы с очисткой поверхности зерна влажным способом и подготовки его к помолу. 4. Каковы особенности разработки технологической схемы с очисткой поверхности зерна сухим способом и подготовки его к помолу? 5. Какие основные этапы составления схемы технологического процесса размола зерна Вы знаете? 6. Расскажите об особенностях разработки схемы технологического процесса

7. Каковы особенности проектирования этапа обогащения крупки в ситовесечных машинах для получения макаронной муки при хлебопекарных помолах? 8. Какие этапы и правила расчета и составления количественного баланса помола Вы знаете? 9. Какие требования необходимо выполнять при размещении технологического оборудования на этажах? 10. Какие нормативные проходы соблюдают при размещении оборудования, транспортных механизмов, аспирационных и пневмотранспортных установок? 11. Какое технологическое оборудование можно размещать группами? 12. Каковы правила расчета технологического оборудования и бункеров зерноочистительного отделения? 13. Какие применяют правила расчета технологического оборудования размольного отделения с использованием баланса помола? 14. Какие основные типовые проекты современных мукомольных заводов Вы знаете? 15. Из чего состоит и в чем особенности типового проекта мукомольного завода мощностью 500 т/сут? 16. Каковы состав и особенности типового проекта мукомольного завода мощностью 250 т/сут? 17. В чем заключаются особенности типового проекта мукомольного завода мощностью 130 т/сут? 18. Расскажите об основных направлениях реконструкции и технического перевооружения действующих мукомольных заводов.

VI Глава

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУПЯНЫХ ЗАВОДОВ

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КРУПЯНЫМ ЗАВОДАМ

Проектирование вновь строящихся и реконструируемых крупяных заводов следует проводить в соответствии с действующими нормами технологического проектирования и Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных заводах*. Определяют тип и мощность крупяного завода на основе технико-экономического обоснования объекта с учетом параметрических рядов на технологические линии и основное оборудование, а также перспектив развития отрасли.

В проектах следует предусматривать внедрение новых достижений науки, техники и передового опыта в крупяном производстве, рациональное использование зерна, комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, высокие технико-экономические показатели производства, соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических требований, требований охраны окружающей среды.

В состав основных производственных сооружений крупяного завода входят:

элеватор и склады с устройствами для приемки, хранения и предварительной подготовки крупяного зерна;

производственный корпус, включающий подготовительное, шелушильное и фасовочное отделения, отделение либо цех гидротермической обработки зерна, цех производства кормовых смесей;

* В дальнейшем Правила.

склады готовой продукции силосного и напольного типов с отпусковыми устройствами.

Запасы зерна для крупяных заводов нужно принимать, как правило, в объеме заготовок по данному предприятию, но не менее трехмесячной работы завода.

Вместимость складов готовой продукции необходимо рассчитывать, исходя из обеспечения пятисуточной работы крупяного завода. В отдельных случаях, при надлежащем технико-экономическом обосновании, вместимость складов готовой продукции может быть увеличена до четырнадцатисуточного хранения. Фасовку и упаковку готовой продукции для крупяных заводов мощностью до 100 т/сут следует предусматривать в одну смену, свыше 100 т/сут — в две.

Для крупяных заводов необходимо предусматривать следующие вспомогательные и подсобные помещения:

- распределительные щитовые пункты электроустройств;

- диспетчерскую с пультом управления;

- кабинет начальника цеха площадью не менее 12 м²;

- комнату для проведения сменных производственных совещаний площадью не менее 18 м², из расчета 1,2 м² на одного работающего в смене;

- комнату сменных мастеров площадью не менее 12 м²;

- комнату для дежурного электрика и слесаря площадью не менее 18 м²;

- кладовую для хранения оперативного запаса сменных деталей и запасного оборудования площадью не менее 10 м²;

- мастерскую для возобновления абразивных рабочих поверхностей машин площадью не менее 15 м²;

- цеховую лабораторию площадью не менее 15 м²;

- комнату заведующего складом площадью не менее 9 м²;

- комнату для оборудования работающих в неотапливаемых складах готовой продукции площадью не менее 12 м².

Диспетчерская с пультом управления размещается в основном производственном корпусе, распределительные щитовые пункты — в соответствующих цехах.

Вспомогательные помещения для обслуживающего персонала должны быть в отдельно стоящих зданиях. Допускается размещение вспомогательных помещений в торце производственных зданий со стороны производственных цехов категорий Г, Д, В, за исключением зерноочистительных отделений.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЫ

Особенность крупяного производства заключается в широком ассортименте крупы, получаемой из различных зерновых и бобовых культур: риса, проса, гречихи, овса, ячменя, кукурузы, пшеницы, гороха. Вырабатывают также крупу в небольшом количестве из

сорго, чумизы, чечевицы и из смеси различного крупяного зерна (крупы повышенной пищевой ценности).

В связи с различием структурно-механических и технологических свойств зерна различных культур необходимо проектировать индивидуальные технологические процессы для каждой культуры, максимально учитывающие ее особенности, что создает определенные трудности. Поэтому стремятся создавать технологические процессы, позволяющие производить крупу из нескольких культур по взаимозаменяемой схеме, однако это приводит к снижению коэффициента использования оборудования. По взаимозаменяемой схеме рекомендуется перерабатывать следующие культуры: гречиха — просо; ячмень — пшеница; пшеница — горох; ячмень — горох. Подбор оборудования при этом проводят для культуры, имеющей более сложную схему переработки.

В зависимости от способа производства крупы ее подразделяют на недробленую (из целого ядра), дробленую и дробленую шлифованную. Крупу из целого ядра делят на сорта, дробленую крупу на сорта не делят. Основные виды вырабатываемой в СССР крупы регламентированы Правилами (табл. VI-1).

VI-1. Основные виды, сорта и номера крупы

Культура	Ассортимент	Номера и сорта
Рис	Рис шлифованный Рис полированный Рис дробленый шлифованный	В. с., 1-й с., 2-й с. В. с., 1-й с., 2-й с. На сорта не делят
Гречиха	Ядрица Продел Ядрица быстрорастваривающаяся Продел быстрорастваривающийся	1-й с., 2-й с. На сорта не делят 1-й с., 2-й с. На сорта не делят
Просо	Пшено шлифованное	В. с., 1-й с., 2-й с.
Овес	Крупа овсяная недробленая Крупа овсяная плюшенная Овсяные хлопья	В. с., 1-й с. В. с., 1-й с. Геркулес, лепестковые
Ячмень	Толокно Крупа перловая Крупа ячневая	На сорта не делят № 1, 2, 3, 4, 5 № 1, 2, 3
Горох	Горох лущеный целый Горох лущеный колотый	На сорта и номера не делят
Кукуруза	Крупа шлифованная Крупа крупная для хлопьев Крупа мелкая для палочек Мука	№ 1, 2, 3, 4, 5 На сорта и номера не делят То же На сорта не делят
Пшеница твердая	Полтавская Артек Крупы повышенной питательной ценности: Юбилейная Здоровье	№ 1, 2, 3, 4 На сорта и номера не делят

Культура	Ассортимент	Номера и сорта
	Спортивная Пионерская Сильная Южная Флотская Союзная	

Кроме указанного в таблице основного ассортимента крупы, на крупяных заводах вырабатывают муку рисовую диетическую, рисовые палочки, муку гречневую диетическую, крупу перловую быстрорастваривающуюся, пшено быстрорастваривающееся, хлопья ячменные, крупу гороховую быстрорастваривающуюся, овсяные хлопья Экстра, муку овсяную диетическую.

В процессе производства крупы получают значительное количество побочных продуктов и отходов, большинство из которых используют для производства комбикормов. Виды побочных продуктов и отходов также регламентированы Правилами. К побочным продуктам крупяного производства относят: зерновую смесь от первичной обработки зерна, мучку кормовую, отруби, дробленку кормовую, зародыш. Отходы подразделяют, как и в мукомольном производстве, на три категории.

Технологический процесс производства крупы проектируют в соответствии с действующими Правилами. Он состоит из двух основных этапов: зерноочистительного и шелушильного. На этапе подготовки зерна его очищают от примесей, проводят гидротермическую обработку и разделяют зерна на фракции по крупности. На этапе шелушения снимают цветковые пленки или оболочки, удаляют зародыш, шлифуют поверхность ядра либо его частиц, придают крупе требуемую форму и размер, сортируют продукты шелушения и шлифования, а также готовую продукцию, побочные продукты и отходы.

Учитывая разнообразие технологических свойств различного крупяного зерна, его подготовку осуществляют дифференцированно, используя набор и применяя различные технологические операции, характерные для каждой культуры. Однако можно указать и некоторые общие принципы построения технологических процессов очистки и подготовки крупяного зерна, которые представлены принципиальной схемой подготовительного отделения крупяного завода на рисунке VI-1.

Поступающее в зерноочистительное отделение зерно направляют в бункера для неочищенного зерна, вместимость которых опре-

деляют из расчета обеспечения 24...30-часовой мощности завода, учитывая периодическую подачу зерна из элеватора на крупозавод. Для очистки зерна от примесей используют воздушно-ситовые и воздушные сепараторы, камнеотделительные машины, триеры и другое оборудование. Набор и последовательность технологических операций по очистке и подготовке зерна зависят от технологических свойств перерабатываемой культуры и ее засоренности.

Производительность машин зерноочистительного отделения следует принимать повышенной по отношению к производительности машин шелушильного отделения: при переработке пшеницы, гороха и кукурузы — до 15 %; при переработке овса, гречихи, проса, ячменя, риса — до 20 %. Примерный набор технологических операций очистки и подготовки зерна и их кратность представлены в таблице VI-2.

На этапе первичного сепарирования необходимо обеспечить полное выделение грубых и крупных засорителей и не менее 80 % мелких и легких засорителей. Для эффективной очистки зерна от примесей нужно предусматривать предварительное разделение зерна на две фракции по крупности. Поэтому для отдельных культур с различной формой и размерами зерна следует уточнять подбор размеров сортировочных и подсевных сит в соответствии с размерами данной партии зерна.

Обочные машины применяют для очистки поверхности либо отделения остей у риса. Выделение мелкого зерна является сложной технологической операцией. Его выделяют проходом подсевных сит на этапе вторичного и окончательного сепарирования в воздушно-ситовых сепараторах, а при большом количестве — в просеивающих машинах в процессе фракционирования зерна.

Триеры рекомендуется устанавливать после камнеотделительных машин. Это уменьшает износ рабочей поверхности триеров и со-

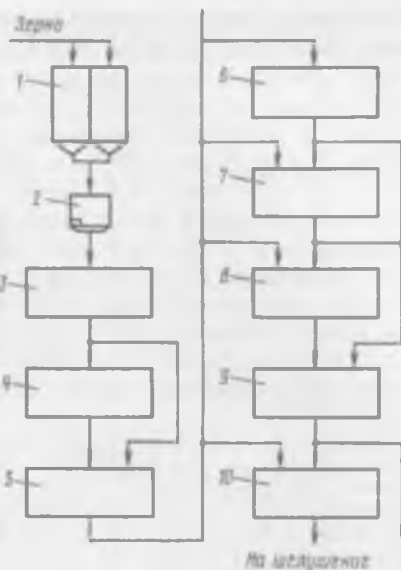


Рис. VI-1. Принципиальная схема зерноочистительного отделения крупяного завода:

1 — бункера для зерна, прошедшего предварительную очистку; 2 — весы; 3, 5 — сепарирование в воздушно-ситовых сепараторах; 4 — очистка поверхности зерна в обочных машинах; 6 — сортирование на фракции; 7 — выделение минеральной примеси в камнеотделительных машинах; 8 — выделение коротких и длинных примесей в триерах; 9 — сепарирование в воздушных либо воздушно-ситовых сепараторах; 10 — гидротермическая обработка

VI-2. Набор и кратность основных технологических операций очистки и подготовки крупяного зерна (число проходов)

Крупяное зерно	Сепарирование на ситах и воздушное сепарирование				Сепарирование в триерах		Выделение минеральных примесей в центрифугальных машинах	Гидротермическая обработка				Шелушение	
	воздушные сепараторы	сортировочные машины	рессоры	воздушные сепараторы	куколотборочные машины	пшеницотборочные машины		увлажнение	пропаривание	полосование	откачивание	обочные машины	шелушительные ЗШН
Рис	3	—	1	4	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Гречиха	2	3	3	1-3	—	1	1	—	1	1	1	—	—
Просо	3	2	2	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Овес	3	1	—	1	1	1	1	—	1	1	1	—	—
Ячмень	3	—	—	4	1	1	1	—	—	—	—	2	2
Пшеница	3	—	—	3	1	1	1	1	—	—	—	2	2
Горох	2	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—
Кукуруза при переработке в крупу:													
шлифованную	2	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—
крупную и мелкую	2	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—

Примечание. В рамках указаны взаимозаменяемые технологические операции

храняет форму ячеек. При очистке ячменя и пшеницы зерновую массу до направления в триеры следует разделять на две фракции: крупную и мелкую, а затем мелкую фракцию направлять в куколотборочные машины, а крупную — в овсюгоотборочные.

На завершающих операциях очистки зерно подвергают тщательному воздушному сепарированию, очищают в магнитных сепараторах, взвешивают на автоматических весах и направляют в отделение гидротермической обработки или в шелушительное отделение. При разработке схемы технологического процесса очистки зерна, соблюдая общие принципы, необходимо учитывать особенности данной культуры, а также ее засоренность.

Гидротермическую обработку зерна в крупяном производстве применяют для таких культур, как гречиха, овес, горох, пшеница, кукуруза, а также в процессе производства хлопьев, толокна, диетической муки. Основная цель гидротермической обработки крупяного зерна — повысить прочность ядра и создать условия для лучшего отделения цветковых пленок, оболочек, зародыша. При этом используют методы как холодного, так и горячего кондиционирования.

Для гидротермической обработки крупяного зерна используют пропариватель периодического действия, паровую вертикальную сушилку, охлаждающую колонку и увлажнительную машину. Продолжительность пропаривания зерна 1,5...8,0 мин и зависит от технологических свойств зерна, его исходной влажности и давления пара, величина которого изменяется в пределах 0,10...0,30 МПа для различных культур. После пропаривания зерна его сушат в сушилках, а затем охлаждают в охлаждающих колонках до температуры, не превышающей более чем на 6...8 °С температуру производственного помещения. Подсушивание зерна производят для удаления избыточной влаги и особенно в поверхностных слоях, дальнейшего повышения прочности ядра и снижения прочности цветковых пленок и оболочек в результате их обезвоживания. Гидротермическая обработка крупяного зерна способствует улучшению его технологических свойств и, как следствие, повышению выхода крупы, снижению удельного расхода электроэнергии, улучшению потребительских достоинств крупы.

Очищенное и подготовленное зерно направляют на следующий этап обработки в шелушительное отделение, где производят его сортирование на фракции по крупности, шелушение, сортирование и полирование ядра, контроль полученной крупы, побочных продуктов и отходов. Принципиальная схема технологического процесса шелушительного отделения крупяного завода показана на рисунке VI-2.

Подготовленное зерно сортируют по крупности в зависимости от культуры на две — шесть фракций. Это способствует созданию однородных по крупности фракций и повышению эффективности их шелушения, а также последующего крупноотделения. Применяют следующие методы сортирования крупяного зерна по фракциям: выделение фракции сходом с сит, выделение проходом сит и двухэтапное.

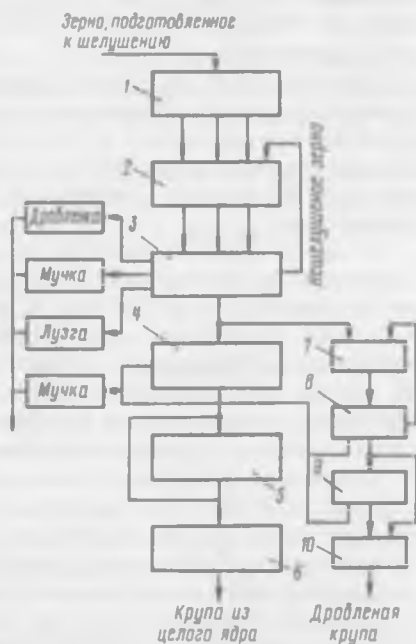


Рис. VI-2 Принципиальная схема технологического процесса шелушительного отделения крупяного завода:

1 — сортирование зерна на фракции по крупности; 2 — шелушение зерна; 3 — сортирование продуктов шелушения зерна; 4 — шлифование крупы; 5 — полирование крупы; 6 — контроль крупы из целого ядра; 7 — дробление ядра; 8 — сортирование продуктов дробления; 9 — шлифование дробленой крупы; 10 — контроль дробленой крупы

При двухэтапном сортировании зерно предварительно разделяют на две-три промежуточные фракции, а затем каждую из них на окончательные фракции сходом или проходом сит. Двухэтапное сортирование на фракции более эффективно, поскольку позволяет равномерно распределить просеивающую поверхность на втором этапе сортирования. Предварительное сортирование следует производить и в зерноочистительном отделении. Это улучшит очистку зерна от примесей в результате дифференцированного подбора рабочих органов зерноочистительных машин для различных фракций.

Шелушение крупяного зерна является основной технологической операцией производства крупы. Особенности анатомического строения и технологических свойств различного крупяного зерна создают необходимость применения разных методов шелушения и соответствующих им шелушительных машин. Набор методов и шелушительных машин регламентируется Правилами и зависит прежде всего от прочности ядра и связей цветковых пленок или оболочек с ядром.

Важная технологическая операция — сортирование продуктов шелушения, которые включают шелушенные и нешелушенные зерна, дробленое ядро, мучку и лузгу. Продукты шелушения сортируют, отсеивая мучку и дробленку в просеивающих машинах, отвеивая лузгу в воздушных сепараторах и выделяя ядро из оставшихся продуктов.

К мучке относят частицы измельченного ядра и оболочек, выделяемых проходом сит с отверстиями ϕ 1,0...1,5 мм или через металлотканое сито № 063 в зависимости от перерабатываемой культуры. Дробленое ядро (дробленку) получают проходом сита с отверстиями размером 1,6×20 мм при переработке гречихи и ϕ 1,4...2,5 мм для других культур, а сходом с тех же сит, на которых получают мучку проходом. Лузга представляет собой частицы цветковых пленок или оболочек.

Поскольку физические свойства мучки, дробленки и лузги существенно отличаются от физических свойств шелушенного и нешелушенного зерна, то их выделение из продуктов шелушения особых затруднений не вызывает. Значительные трудности возникают при разделении шелушенного и нешелушенного зерна, которые различаются в основном по состоянию их поверхности и плотности. Для их разделения используют падди-машины, рассевы и крупосортировки.

Шлифование крупы предназначено в основном для улучшения внешнего вида и повышения ее потребительских достоинств. В процессе шлифования удаляют с поверхности целого или дробленого ядра частично плодовые и семенные оболочки, алейроновый слой и зародыш, а при выработке дробленой крупы (ячмень, пшеница) частицам ядра придают округлую форму.

В производстве некоторых видов крупы из ячменя, овса, пшеницы, кукурузы предусмотрено дробление шелушенного или нешелу-

шенного зерна, которое осуществляют в вальцовых станках и в раз-
личных дробилках. При дроблении необходимо получить максималь-
ный выход крупных частиц ядра при минимальном выходе мучки
и других мелких продуктов. Полученные продукты дробления зерна
сортируют в отсевах на фракции по крупности, которые направ-
ляют на шлифование для придания частицам округлой формы.

Для улучшения внешнего вида рисовой и гороховой крупы
предусмотрено ее полирование в полировальных машинах. Контроль
крупы, побочных продуктов и отходов, осуществляемый в отсевах,
сортировочных машинах и воздушных сепараторах, завершает техно-
логический процесс производства крупы. Структурные схемы техно-
логического процесса производства крупы из различного зерна и
режимы его обработки регламентированы Правилами по каждой
крупяной культуре.

5.3. РАСЧЕТ И РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Технологическое оборудование и бункера для зерна рассчиты-
вают в соответствии с разработанной схемой технологического
процесса и с учетом режимов систем и баланса переработки дан-
ной культуры.

Зерноочистительное отделение. Расчет оборудования зерноочи-
тельного отделения проводят по производительности зернового
потока $Q_{расч}$ (т/сут), увеличенной на 15...20 % по сравнению с за-
данной мощностью крупяного завода

$$Q_{расч} = 1,15...1,20Q,$$

где Q — заданная мощность крупяного завода, т/сут.

С учетом типоразмеров выпускаемого для крупяной промышлен-
ности оборудования при выборе мощности крупяного завода не-
обходимо руководствоваться следующей номенклатурой рациональ-
ных мощностей (т/сут перерабатываемого зерна):

гречезаводы	150
рисозаводы	120, 240, 300
просозаводы	180
горохозаводы	120
заводы по выработке кукурузной крупы	200, 300
овсягозаводы	100
ячменезаводы	100, 150
заводы по переработке пшеницы в крупу	60
цехи по выработке крупы повышенной питательной ценности	30
цехи по выработке быстрораствариваю- щихся перловой, пшеничной и гороховой круп	30
цехи по выработке рисовых палочек	10
цехи по выработке диетической муки:	
из овса	45
из риса	37
из гречихи	42
цехи по выработке овсяных хлопьев	65

Все крупяные заводы проектируют на трехсменный режим работы, а цехи по выработке быстрорастворяющейся крупы, рисовых палочек и диетической муки — на двухсменный. Общий рабочий период принимают 300 сут в год.

Необходимое оборудование для очистки и подготовки зерна данного крупяного завода определяют по расчетной суточной производительности зернового потока и производительности каждой машины

$$n = Q_{\text{расч}} / q,$$

где n — число необходимых машин принятого типоразмера, выполняющих данную технологическую операцию; q — производительность одной машины, т/сут.

Производительность зерноочистительного оборудования определяют по паспортным данным машин. Производительность машины, используемой для очистки и подготовки крупяного зерна, принимают с учетом физических свойств перерабатываемой культуры (натура, пленчатость, остистость, коэффициент трения и др.), а также технологических условий и режимов использования оборудования. При отсутствии паспортных данных о применении данной машины для очистки различного крупяного зерна ее производительность определяют с учетом коэффициентов, указанных в таблице VI-3.

По приведенной методике рассчитывают число сепараторов, триеров, камнеотделительных машин, остеотделителей, воздушных сепараторов, обоечных машин, пропаривателей, увлажнительных машин, охладительных колонок и др.

VI-3. Коэффициенты производительности оборудования при очистке крупяного зерна

Оборудование	Коэффициент производительности при переработке							
	пшеницы	проса	гречихи	овса	риса	ячменя	гороха	кукурузы
Воздушно-ситовые сепараторы	1,0	0,75	0,70	0,70	0,30	0,80	1,05	1,0
Триеры при отборе:								
коротких	1,0	—	—	0,70	0,70	0,90	—	—
примесей								
длинных	1,0	—	0,70	—	—	0,90	—	—
примесей								
Камнеотделительные машины	1,0	0,50	0,45	0,45	—	0,50		1,0
Воздушные сепараторы	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Учитывая ограниченность типоразмеров выпускаемых машин, приходится принимать их число с некоторым превышением по

отношению к расчетной производительности зернового потока. Тогда фактическое использование каждой машины I (%) находят из выражения

$$I = \frac{Q_{\text{расч}}}{nq} 100.$$

Возможна недогрузка машины в пределах до 15...20 %, а перегрузка не допускается.

Расчет числа автоматических весов для одной операции взвешивания производят с учетом производительности зернового потока, вместимости ковша весов и допустимого числа отвесов в минуту. Автоматические весы работают устойчиво, если число отвесов в 1 мин не превышает трех. Тогда необходимая величина одного отвеса M (кг) может быть определена из выражения

$$M = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot 3}.$$

По этой расчетной величине выбирают необходимый типоразмер и число автоматических весов, чтобы фактическая вместимость всех весов была бы равной или больше M . При выборе типоразмера и числа автоматических весов необходимо учитывать фактическую вместимость ковша для различных культур.

После выбора типоразмеров и определения необходимого числа оборудования для очистки и подготовки крупяного зерна данные вносят в таблицу VI-4.

VI-4. Оборудование очистки и подготовки зерна

Оборудование	Марка	Число	Производительность, т / сут		Использование оборудования, %	Потребная мощность, кВт
			расчетная	фактическая		

Данные таблицы VI-4 используют для составления смет, расчета электротехнической и других частей проекта, а также подачи заявок на поставку оборудования.

Шелушильное отделение. Оборудование шелушильного отделения рассчитывают по схеме технологического процесса с учетом баланса переработки, заданной мощности крупяного завода и производительности оборудования. Нагрузки на основное технологическое оборудование следует принимать в соответствии с нормами технологического проектирования, приведенными в таблице VI-5.

При расчете числа шелушильных машин для заводов по переработке проса, риса и гречихи необходимо предусматривать одну резервную машину на каждые 100 т перерабатываемого зерна в сутки.

VI-5. Нагрузки на основное технологическое оборудование

Оборудование	Нагрузки при переработке							
	проса	гре- чихи	овса	риса	ячменя	пше- ницы	гороха	куку- рузы
Шелушитель типа 2ДШС, т/(сут · см)	0,4...0,6	0,32	—	—	—	—	—	—
Шелушитель типа 3ШН, т/сут на одну машину	—	—	—	—	6,5 10,0	8,0 12,0	24,0 36,0	12,0 18,0
Шелушитель типа 3РД, БШВ, т/(сут · см)	—	—	—	1,4	—	—	—	—
Постава шелушильные (ГДР), т/сут на одну ма- шину	—	—	28	—	—	—	—	—
Рисошлифовальная маши- на (ВНР), т/сут на одну ма- шину	—	—	70	25	—	—	—	—
Вальцовые станки, т/(сут · см)	—	—	0,05*	—	0,35** 0,25**	0,55	—	0,25
Просеивающие машины, т/(сут · м²)	3,5	0,6	3,5	2,2	1,5**	1,0	1,65	1,5
Падди-машины, т/сут на один канал	—	0,8	—	0,8	0,2	—	—	—

* При производстве толокна.

** При производстве перловой крупы.

*** При производстве ячневой крупы.

Общую длину L (см) вальцедековых станков, шелушителей типа 3РД и вальцовых станков определяют по формуле

$$L = Q/q,$$

где Q — заданная мощность крупяного завода, т/сут; q — удельная нагрузка на машину, т/(сут · см).

Если нагрузка указана на одну машину, то их общее число для данной технологической операции определяют из выражения

$$n = Q/q,$$

где q — удельная нагрузка на одну машину, т/сут.

При переработке риса следует принимать длину вальцов на 2-й шелушильной системе в пределах 20...30 % от длины вальцов 1-й системы. Для шелушения гречихи нужно принимать следующее распределение общей длины вальцов вальцедековых станков по системам (в %): для I фракции — 30...55, II фракции — 15...20, III фракции — 15...17, IV фракции — 15...17, V фракции — 10...12, VI фракции — 10...12.

При переработке ячменя в перловую крупу общее число шелушителей типа ЗШН на шлифовальных и полировальных системах распределяют следующим образом (в %): 1-я шлифовочная — 20...25; 2-я шлифовочная — 20...22; 3-я шлифовочная — 15...18; 1-я полировальная — 12...15; 2-я полировальная — 10...12; 3-я полировальная — 10...12.

При расчете и распределении шлифовальных машин с вертикальными рабочими органами в технологическом процессе рисо-завода необходимо учитывать следующие примерные нагрузки по системам (%) по отношению к количеству зерна, поступившего на шелушение: 1-я шлифовочная — 84,0; 2-я — 80,9; 3-я — 73,0; 4-я — 70,5; 1-я дробленого риса — 14,5; 2-я шлифовочная дробленого риса — 13,0. При использовании шлифовальных машин с горизонтальными рабочими органами следует предусматривать две-три системы для шлифования целого ядра риса.

Общую просеивающую поверхность крупосортировок и рассевов также определяют делением мощности крупяного завода (т/сут) на удельную норму нагрузки на 1 м² просеивающей поверхности [т/(сут · м²)] для данной крупяной культуры. Марки и типоразмеры просеивающих машин рассевов, крупосортировок, буратов и др. выбирают в соответствии со схемой технологического процесса, а распределение общей просеивающей поверхности производят в соответствии с рекомендациями, приведенными в таблице VI-6.

VI-6. Распределение просеивающей поверхности (%)

Культура	Этап технологического процесса						
	очистка зерна	контроль отхода зерно-очистительного отделения	сортирование зерна перед шелушением	сортирование продуктов шелушения	сортирование продуктов шлифования и полирования	сортирование и контроль	контроль лузги и мучки
Просо	35	10	10	—	—	20	25
Гречиха	10	2	50	20	—	10	8
Овес при переработке в крупу	10	5	15	25	—	30	15
Рис	15	5	15	20	20	15	10
Ячмень при переработке в перловую крупу	—	3	—	—	35	40	22
Пшеница	—	5	—	—	55	30	10
Горох	—	5	20	40	10	15	10
Кукуруза	—	5	—	10	45	30	10

Оперативные бункера для зерна и продуктов его переработки. Вместимость бункеров для зерна, а также вместимость оперативных

бункеров рассчитывают с учетом мощности крупяного завода, длительности пребывания в бункерах зерновых продуктов и коэффициента заполнения объема бункеров. Объем бункеров V (м³) определяют по формуле

$$V = \frac{Q\tau}{24\psi\gamma},$$

где Q — мощность завода, т/сут; τ — продолжительность пребывания продукта в бункерах, ч; γ — объемная масса продукта, т/м³; ψ — коэффициент заполнения всего объема бункера.

Коэффициент ψ учитывает незаполняемый объем в верхней части бункера, а также его потери в нижней части из-за наличия откосов выпускной воронки. Коэффициент ψ зависит от высоты и сечения бункера, угла естественного откоса продукта и других факторов. При соотношении высоты бункера к максимальной его ширине $k \geq 3$ принимают $\psi = 0,85$, при $k = 1,5$ $\psi = 0,7$, при $k = 1$ $\psi = 0,6$.

Вместимость бункеров для неочищенного зерна рассчитывают из условий создания запаса зерна для непрерывной работы завода в течение 24...30 ч. Вместимость оперативных бункеров следует принимать по времени пребывания в них зерновых продуктов: для отволаживания пшеницы — на 30...45 мин;

над каждым пропаривателем периодического действия — не менее двух объемов пропаривателя;

над паровой сушилкой — на 1,0...1,5 ч работы сушилки при слое зерна в бункере не менее 1 м;

над пропаривателем непрерывного действия не менее чем на 10 мин работы;

над шелушительными машинами — не менее чем на 15 мин работы;

над шлифовальными машинами — не менее чем на 10 мин работы.

Вместимость бункеров для крупы каждого вида и номера принимают с учетом ее выхода. При односменном выбое крупы вместимость рассчитывают на срок не менее чем на две смены работы крупяного завода, при двухсменном выбое — не менее чем на одну смену по каждому виду крупы. Вместимость оперативных накопительных бункеров для отходов принимают по времени их нахождения в производственном корпусе: для лузги и мучки — 1...2 ч.

Размещение оборудования в основном производственном здании. Выбор размеров этого здания зависит от мощности завода, схемы технологического процесса переработки данной культуры и числа применяемого оборудования. Размещают технологическое, транспортное, электросиловое, аспирационное и другое оборудование с учетом наиболее экономичного использования производственных пло-

щадей, выполнения требований охраны труда, техники безопасности и технической эстетики.

Оборудование крупяного завода размещают, как правило, на пяти-шести этажах типового каркасного здания с двумя или тремя пролетами. Размер сетки колонн 6×6 или 9×6 м с высотой этажей 4,8 и 6 м. Высоту этажей выбирают по технологическим соображениям, а наиболее высоким (6 м) обычно принимают верхний — пятый или шестой этаж.

Конструктивные элементы зданий крупных заводов аналогичны зданиям мукомольных заводов. Для улучшения условий обслуживания одноименного оборудования его устанавливают на одном и том же этаже как в зерноочистительном, так и шелушильном отделениях.

Оборудование очистки и подготовки зерна размещают в зерноочистительном отделении либо совместно, либо оборудование подготовки устанавливают в отдельном, изолированном помещении. На размещенное оборудование в зерноочистительном отделении оказывает влияние вид применяемого внутрицехового транспорта: механический или пневматический. Пневматический транспорт можно применять для крупяных заводов по переработке овса, ячменя, проса, пшеницы и кукурузы. Для риса, гречихи и гороха пневмотранспорт не рекомендуется из-за опасности увеличения количества дробленого зерна.

При размещении технологического оборудования в зерноочистительном отделении необходимо обеспечить последовательность технологических операций очистки и подготовки зерна без лишних подъемов. Поэтому установку технологического оборудования в зерноочистительном отделении следует начинать с верхних этажей и далее по схеме технологического процесса.

В шелушильном отделении выбирают отдельные этажи для расположения одноименного оборудования. Так, шелушильное, шлифовальное и полировальное оборудование размещают, как правило, на втором и четвертом этажах; рассевы — на четвертом; крупосортировки, воздушные сепараторы — на четвертом и третьем. На первом этаже устанавливают башмаки норий или приемники пневматического транспорта, а также падди-машины, которые можно располагать и на втором этаже в зависимости от коммуникации продуктов. Пневмотранспортное и аспирационное оборудование размещают в основном на верхних этажах.

§ 4. ЗАВОДЫ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОВСА

Овес — это ценная культура, издавна используемая для продуктов питания. Из ядра овса в зависимости от способов его обработки производят следующие пищевые продукты: крупу недробленую, крупу плющеную, хлопья, муку диетическую и толокно. Крупа

овсяная недробленая представляет собой целые ядра овса. Ее получают шелушением овса и шлифованием ядра. Крупую овсяную плющеную производят плющением недробленой крупы.

Овсяные хлопья вырабатывают из недробленой крупы высшего сорта (ядра) пропариванием крупы с последующей сушкой, плющением и охлаждением. В зависимости от способа обработки крупы получают два вида хлопьев: Геркулес и лепестковые. Овсяную диетическую муку и толокно вырабатывают, измельчая ядра или хлопья в вальцовых станках и просеивая в рассевах. Нормы выхода и качество получаемых из овса крупяных продуктов регламентируется Правилами.

Среди продуктов, вырабатываемых из овса, наибольшим спросом пользуются овсяные хлопья и мука. Для улучшения качества этих продуктов разработана новая технология обработки овса, позволяющая существенно повысить эффективность использования зерна. Данная технология реализована в проекте нового овсозавода мощностью 120 т/сут, производящего крупу, хлопья и муку из овса.

Для выработки указанных продуктов предъявляются высокие требования к качеству зерна: натура не менее 550 г/л; влажность 12...14 %; засоренность не более 2,5 %; зерновая примесь, включая битый овес, не более 3 %; содержание мелкого овса (проход сита с отверстиями размером 1,8×20 мм) не более 2 %, а проход сита с отверстиями размером 2,0×20 мм не более 8 %.

Из овса, соответствующего указанному качеству, в зависимости от способов обработки ядра получают следующие крупяные продукты повышенного качества: крупные хлопья толщиной 0,4...0,5 мм из целого ядра с выходом 58 %, мелкие хлопья толщиной 0,30...0,35 мм из нарезанной крупы с выходом 58 %, тонкие хлопья толщиной 0,15...0,20 мм из нарезанной овсяной крупы с выходом 41,4 % и овсяную муку или крупку с выходом 16,6 %. Овсяную муку или крупку получают одновременно с выработкой тонких хлопьев общим выходом 58 %.

Для производства указанных продуктов используют недробленую крупу (ядро) только высшего сорта, влажность которой не более 12,5 %, содержащую не менее 99 % доброкачественного ядра, в том числе колотых ядер не более 0,5 %, необрушенных зерен не более 0,4 %, сорной примеси не более 0,3 %, мучки не более 0,3 %.

Полученные хлопья должны соответствовать следующим показателям качества: влажность не более 12 %; зольность не более 2,1 %; кислотность не более 5°; сорной примеси не более 0,35 %; развариваемость крупных, мелких и тонких хлопьев не более 15, 10, 5 мин соответственно.

Овсяная мука должна иметь: влажность не более 10 %, зольность не более 2,0 %, крупность помола остаток на шелковом

сите № 27 — не более 2 %, проход шелкового сита № 38 не менее 60 %.

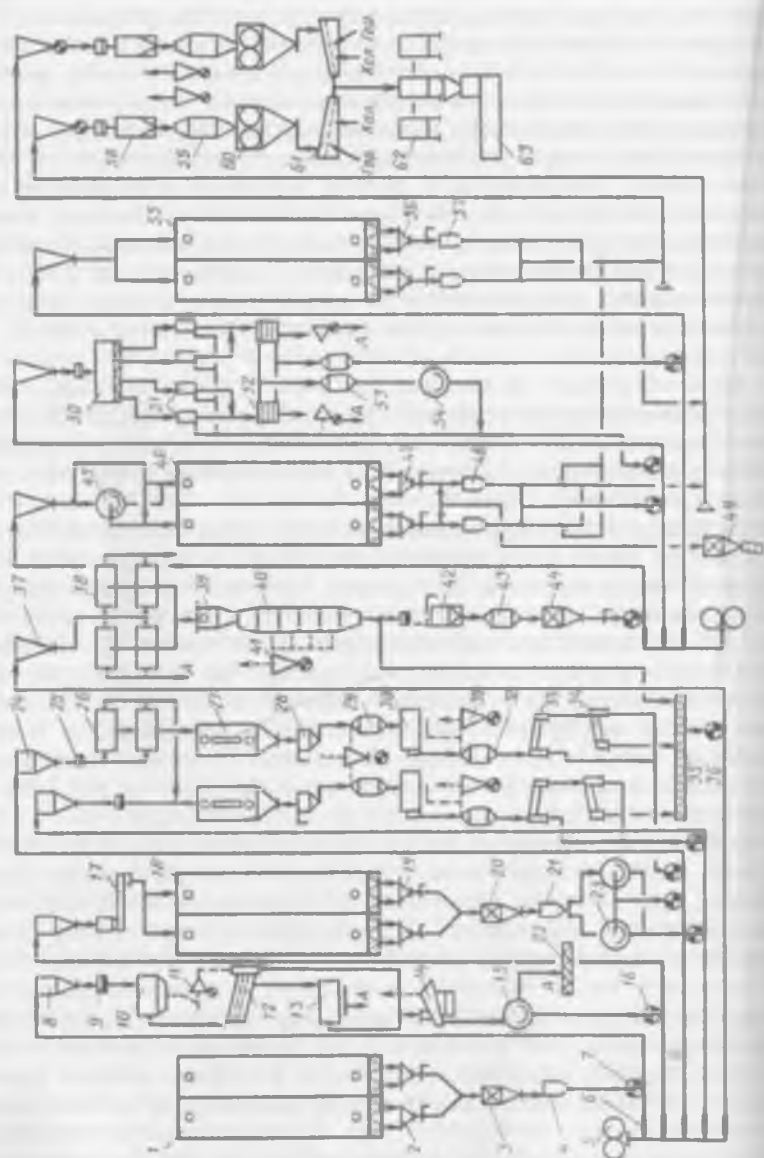
Схема технологического процесса производства овсяных хлопьев повышенного качества представлена на рисунке VI-3. В технологическом процессе использовано импортное оборудование.

Зерно из элеватора поступает в два бункера 1 общей вместимостью 80 т. Из бункеров с помощью многоканальных выпусков и специальной воронки 2, предотвращающих расслоение и самосортирование, зерно подается на автоматические весы 3, в которых контролируется масса потока проходящего зерна до его очистки. Затем зерно, равномерность потока которого стабилизируется с помощью регулятора 4, направляется на нагнетательную пневмотранспортную установку, состоящую из: воздуходувной машины 5, сопла Лаваля 6, шлюзового питателя 7, разгрузителя 8. Воздуходувная машина обслуживает пять пневмотранспортных линий, воздушный режим которых стабилизируется с помощью сопла Лаваля 6.

Зерно проходит следующие машины и технологические операции предварительной очистки: магнит 9, остеломатель 10, сепаратор 12, сортировочный цилиндр 13, камнеотделительную машину 14, гриер-куколеотборник 15, увлажнительный аппарат и машину интенсивного увлажнения зерна 17.

В процессе предварительной очистки зерна получают 7 % отходов, в том числе 2,5 % мелкого овса. После отволаживания в бункерах 18 вместимостью 80 т зерно выпускается через специальные устройства, взвешивается на весах 20 и через регулятор потока 21 поступает на два цилиндрических триера-куколеотборника 23, где осуществляется его разделение на две фракции — крупную и мелкую. На сортировочном цилиндре 26 производится контрольная калибровка зерна. Далее зерно закладывается в металлические бункера с индикацией уровня 27 перед шелушением. Предварительная калибровка зерна позволяет значительно повысить эффективность шелушения и снизить дробление ядра.

Шелушение производится в центробежных шелушителях 28. В этих машинах зерно овса подвергается направленному удару и трению, при которых цветковые пленки раскрываются и отделяются. Лузга и ядро, а также нешелушенные зерна после шелушения попадают в выпускное устройство машины. В машине плавно регулируется число оборотов выпускного устройства, посредством которого устанавливают эффективность шелушения. В цилиндрическом бурате 29 и центробежном пылеуловителе выделяются легкие частицы и лузга. Удаление оставшихся цветковых пленок и волокнистых частичек, прилипших к ошелушенным ядрам, производится в горизонтальном шелушителе 30. В этой машине используется принцип трения минералосодержащей лузги и ядра. После повторного шелушения продукт проходит сепарацию в цилиндрическом



бурате с выделением пыли и лузги в центробежном пылеуловителе.

После описанного процесса обработки овса в нем еще остается значительное количество шелушенных зерен. Их выделяют в падди-машинах 33 и повторно контролируют в этих же машинах 34. Неошелушенные зерна возвращаются в машины первичного шелушения.

После дополнительного контроля в сортировочных цилиндрах 38 ядро овса поступает в приемный бункер 39 перед пропаривателем. Ядро овса содержит около 8 % жира. При дальнейшей его переработке, в особенности при производстве хлопьев, частично разрушаются клеточные структуры, что способствует повышению активности жирорасщепляющих ферментов и после определенной длительности хранения это может привести к прогорканию хлопьев, если не будут приняты соответствующие меры. Инактивирование жирорасщепляющих ферментов производится в процессе гидротермической обработки ядра в специальном пропаривателе 40, в котором происходят пропаривание, сушка и охлаждение ядра.

Ядро вначале подвергается воздействию пара, который нагревает его до 100 °С и увлажняет. В сушильной части пропаривателя ядро проходит ряды радиаторов, расположенные в шахматном порядке, где оно равномерно прогревается и подсушивается. Далее происходит охлаждение ядра воздухом, поступающим из производственного помещения. После гидротермической обработки ядро направляется на шлифование либо возвращается вновь в пропариватель повторной гидротермической обработки.

После контрольного магнита ядро попадает в вертикальную шлифовальную машину 42, где происходит осветление ядра, улучшается его внешний вид. Отходы после шлифования ядра отделяются в цилиндрическом бурате 43. Очищенное ядро овса взвешивается

Рис. VI-3. Схема технологического процесса производства овсяных хлопьев повышенного качества:

1 — бункера для неочищенного зерна; 2, 19, 47, 56 — выпускные воронки; 3, 20, 44 — автоматические весы; 4, 21, 48, 57 — автоматические регуляторы расхода; 5 — воздухоподушная машина; 6 — сопло Лавалля; 7, 16, 36 — шлюзовые питатели; 8, 24, 37 — разгрузители; 9, 25 — магниты; 10 — остеломатель; 11 — промежуточные отделители; 12 — сепаратор; 13, 26, 38 — сортировочные цилиндры; 14 — камне-отделительная машина; 15, 23, 45, 54 — цилиндрические триеры-куколотборники; 17 — машины интенсивного увлажнения зерна; 18 — бункера для очищенного зерна; 22 — винтовой конвейер отходов; 27 — металлический бункер; 28 — центробежные шелушители; 29, 32, 43, 53 — цилиндрические бураты; 30 — шелушитель; 31, 41 — циклоны; 33, 34 — падди-машины; 35 — винтовой конвейер; 39, 58 — металлические бункера с индикатором уровня; 40 — пропариватель; 42 — шлифовальная машина; 46 — бункера для ядра; 49 — весобойный аппарат для овсяной крупы; 50 — бункер-распределитель; 51 — барабанная крупорезка; 52 — плоское сито; 55 — бункера для овсяной крупы; 59 — пропариватель; 60 — двухвалковый пресс; 61 — охлаждательная сушилка; 62 — передвижные смести; 63 — фасовочный автомат

вается на автоматических весах 44, подается на контрольный триер 45, где разделяются целые и дробленые ядра овса и направляются в различные бункера 46. На этом заканчивается процесс производства недробленой овсяной муки, которая может быть упакована в мешки на весовыбойном аппарате 49 и отправлена в склад.

Для производства мелких и тонких хлопьев ядро перерабатывается в дробленую (резаную) крупу. Для этого из бункера оно подается равномерным потоком в бункер-распределитель 50, из которого направляется в барабанные крупорезки 51. Резаная крупа сортируется на плоском сите 52, где верхний сход возвращается обратно на крупорезку после соответствующего контроля в цилиндрическом бурате 53 и триере 54. Нижний сход (крупа установленного размера) направляется также после контроля в цилиндрическом бурате в накопительные бункера 55 перед последним этапом производства — выработкой овсяных хлопьев. Подготовленная для производства мелких и тонких хлопьев овсяная крупа через многоканальные выпускные устройства со специальной воронкой 56 через регулятор потока 57 равномерно направляется в бункера 58 над пропаривателями 59. Для производства крупных хлопьев ядро не дробят и после накопительных бункеров 46 направляют самостоятельным пневмотранспортом в бункера 58 над пропаривателями.

Пропаривание целого и дробленого ядра в процессе производства хлопьев производится для повышения влажности на 2,0...2,5 %, придания ядру свойств пластичности, изменения биохимических свойств посредством клейстеризации крахмала, инактивирования ферментов и других изменений.

В пропариватель 59 подается сухой пар с давлением около 0,4 МПа. Далее ядро или крупа с помощью вальцового питателя подается в двухвалковый пресс 60. Пресс вырабатывает хлопья, которые с влажностью 17 % поступают в специальную сушилку 61, где влажность хлопьев понижается до 11%. Хлопья сушат в псевдоожиженном слое с помощью пульсирующего потока горячего воздуха, а затем охлаждают в этой же сушилке продуванием холодным воздухом. Готовые хлопья подают в бункера 62, а затем на фасовочный автомат 63 для упаковки в пакеты.

К овсозаводу примыкает склад готовой продукции, через который производится отпуск продукции в таре-оборудовании торгующим организациям с помощью специального автомобильного транспорта. Мелкий овес, отходы, лузгу и мучку дробят и отпускают кормовые смеси в рассыпном либо гранулированном виде через отпускные устройства на автомобильный транспорт.

Овсяную диетическую муку для детского питания производят измельчением хлопьев и сортированием полученных продуктов. Для производства овсяной муки для детского питания используют крупяной овес высокого качества.

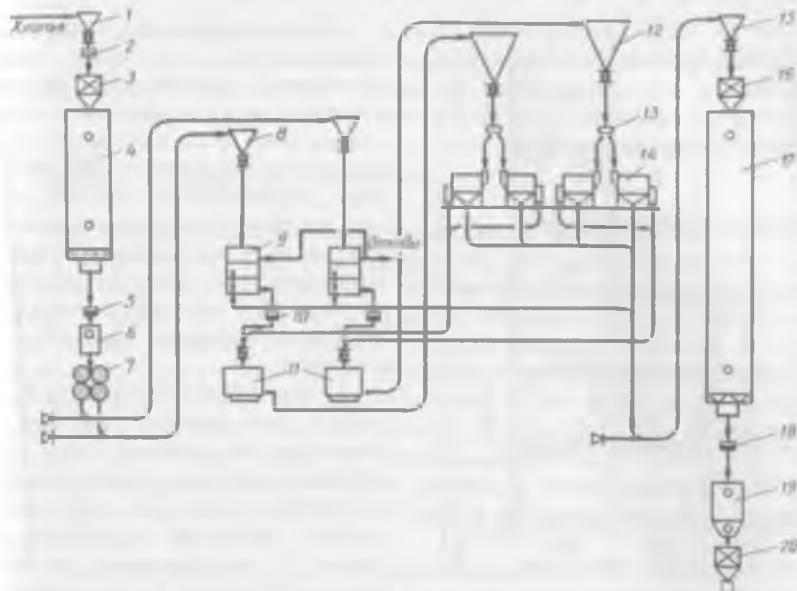


Рис. VI-4. Схема технологического процесса производства овсяной муки для детского питания:

1, 8, 12, 15 — разгрузители; 2, 5, 10, 18 — магнитные аппараты; 3, 16 — автоматические весы; 4 — бункера для хлопьев; 6 — металлический бункер над вальцовым станком; 7 — вальцовый станок; 9 — рассев; 11 — дробилки; 13 — распределительное устройство; 14 — виброцентрофугал; 17 — бункер для овсяной муки; 19 — бункер над весовым аппаратом; 20 — весовой аппарат

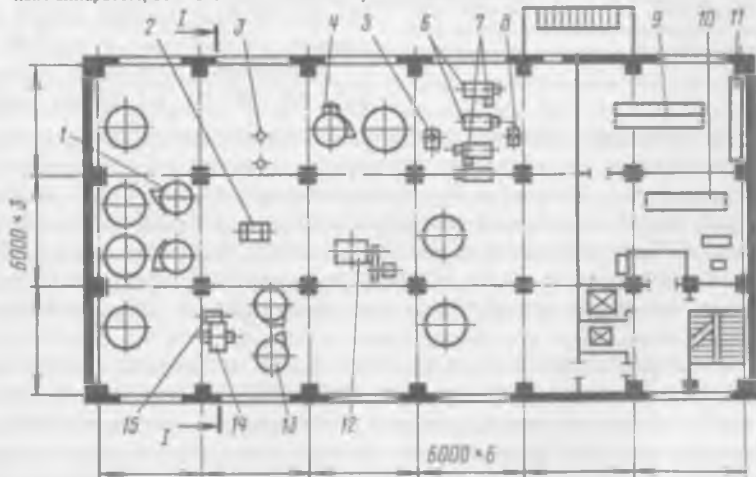


Рис. VI-5. План пятого этажа овсяного завода:

1, 4, 13 — фильтры; 2 — сушилка; 3, 5, 8 — разгрузители; 6 — виброцентрофугалы; 7 — распределитель продукта; 9, 11 — распределительный электрошкаф; 10 — пульт управления; 12 — двухвалковый пресс; 14 — сепаратор; 15 — промежуточный разгрузитель

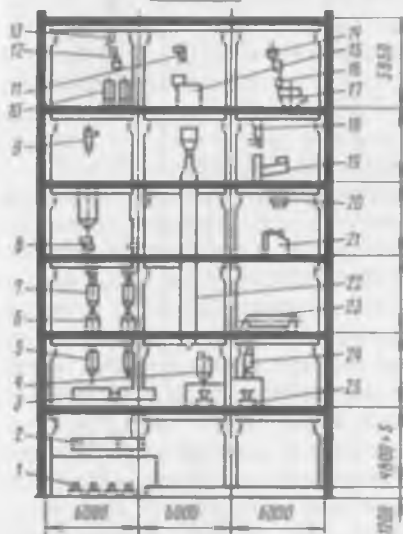


Рис. VI-6. Поперечный разрез овсоцеха:

1, 25 — воздуходувные машины; 2, 3 — палли-машины; 4 — шлифовальная машина; 5, 7 — буреты; 6 — обочная машина; 8 — шелушительная машина; 9, 11, 13, 14 — разгрузители; 10, 24 — сортировки вертикальные; 12, 16 — магнитные сепараторы; 15 — сортировка горизонтальная; 17 — остеломатель; 18 — промежуточные разгрузители; 19 — сепаратор; 20 — вентилятор; 21 — камнеотделительная машина; 22 — сушилка; 23 — триер

Технологический процесс производства овсяной муки включает следующие этапы: очистку зерна от примесей, шелушение овса и шлифование ядра, гидротермическую обработку ядра, производство хлопьев, размол хлопьев и сортирование продуктов размола, размол отходов. При выработке хлопьев овсяную диетическую муку не производят, а линию размола хлопьев выключают.

Схема технологического процесса этапа размола хлопьев и производства овсяной муки для детского питания представлена на рисунке VI-4. По этой схеме хлопья, имеющие влажность не более 9%, контролируют в магнитном аппарате 2, взвешивают на автоматических весах 3 и направляют в бункера 4. Затем они снова проходят через магнитный аппарат 5 и поступают в бункер 6 над вальцовым станком 7. Измельченные хлопья двумя потоками направляют в отсева 9.

В отсевах проходом мучных сит № 29...32 получают муку.

Верхний сходовый продукт, содержащий цветковые пленки, направляют в отходы, а нижний сходовый продукт — в дробилки 11 через магнитные аппараты 10. Измельченный в дробилках продукт поступает двумя потоками в распределительные устройства 13, а затем в четыре виброцентрофугала 14. Проходовые продукты этих машин через автоматические весы подают в бункер 17 овсяной муки, а сходовые продукты направляют на дробилки 11 для повторного измельчения.

Оборудование овсоцеха размещают в шестизэтажном трехпролетном здании. Примерное размещение оборудования показано на рисунках VI-5 и VI-6. На первом этаже установлены палли-машины и турбовоздуходувные машины; на втором — сортировочные машины, кроме того, размещены также палли-машины, вертикальные просеиватели и воздуходувные машины; на третьем — триер, сушилка, вертикальные просеиватели и остеломатель; на четвертом — сушилка, камнеотделительная машина, шелушительные машины, бункера перед

шелушительными машинами; на пятом — фильтры, сушилка, двухвалковый пресс, сепаратор, виброцентрофугалы, пульт управления; на шестом — электромагнитный сепаратор, вертикальные и горизонтальные сортировочные машины, разгрузители и другое оборудование.

5. ЗАВОДЫ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ГРЕЧИХИ И ПРОСА

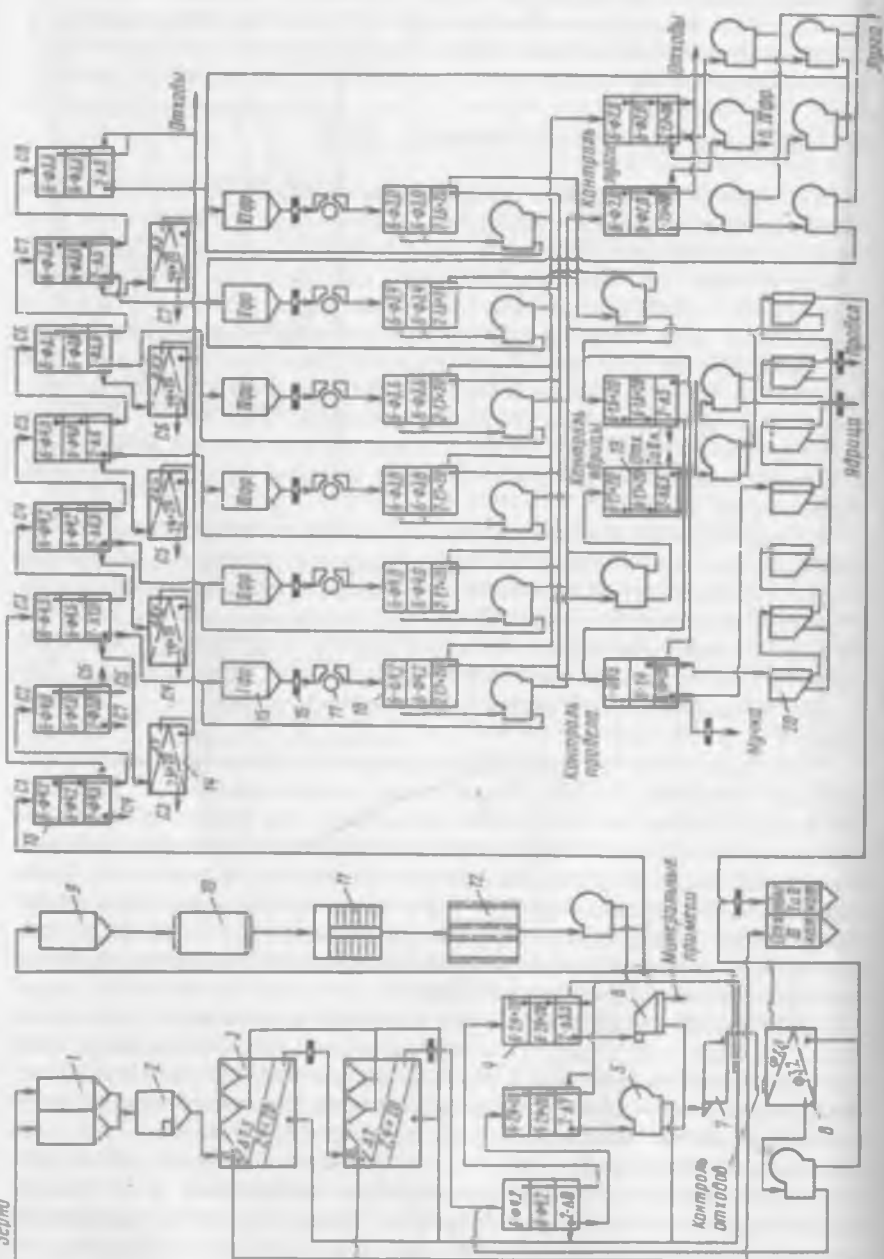
Технологический процесс производства гречневой крупы. Гречневая крупа является ценным пищевым продуктом, ее используют в детском и диетическом питании. В зависимости от способа подготовки гречихи из нее вырабатывают пропаренную и непропаренную крупу: ядрицу и продел. К крупе-ядрице относят целые и надколотые ядра гречихи, не проходящие через сито с отверстиями размером $1,6 \times 20$ мм. Вырабатывают два сорта крупы ядрицы (первый и второй), различающиеся по содержанию доброкачественного и колотого ядра, а также шелушенных зерен. Продел — это расколотые на части ядра гречихи, проходящие через сито с отверстиями размером $1,6 \times 20$ мм и идущие сходом с металлоканного сита № 08.

Схема технологического процесса производства гречневой крупы представлена на рисунке VI-7. В зерноочистительном отделении гречиху подвергают двукратному последовательному сепарированию в воздушно-ситовых сепараторах, где выделяют основную массу примесей, содержащихся в зерновой массе. Учитывая форму зерна гречихи, на сортировочных ситах сепараторов устанавливают сита с треугольными отверстиями размером 7,5 и 7,0 мм, а на подсевных — $2,4 \times 20$ мм.

Для выделения трудноотделимых примесей (дикой редьки, минеральной примеси и др.) используют сепарирование в отсевах, крупосортировках с установкой различных по форме и размерам сит (круглые, продолговатые, треугольные), что позволяет выделить указанные примеси. Очистку гречихи от примесей завершает сепарирование в триерах-овсюгоотборниках для выделения длинных засорителей (овес, пшеница, рожь, ячмень и др.) и в камнеотделительных машинах для выделения минеральной примеси, отличающейся от зерна гречихи по плотности.

Очищенное от примесей зерно гречихи направляют в шелушительное отделение для выработки непропаренной гречневой крупы либо на гидротермическую обработку для получения пропаренной крупы. Гидротермическая обработка позволяет изменять структурно-механические свойства гречихи и ее анатомических частей. При этом повышается прочность ядра и оно меньше дробится, возрастает хрупкость плодовой оболочки и она легче отделяется. В результате увеличивается выход ядрицы на 7...10 % за счет снижения выхода продела, улучшается качество крупы.

Гидротермическую обработку гречихи проводят в пропаривате-



лях периодического действия, сушат в паровых сушилках и охлаждают в охладительных колонках. Режим обработки следующий: пропаривают в течение 5 мин при давлении пара 0,25...0,30 МПа, сушат пропаренную гречиху до влажности 13...13,5 %, охлаждают до температуры, не превышающей 30 °С. Улучшение качества крупы достигается также мойкой зерна гречихи в моечных машинах до направления ее на пропаривание, однако этот метод пока не нашел широкого производственного применения.

В шелушильном отделении гречиху сортируют по крупности, выделяют металломагнитные примеси, шелушат, сортируют продукты шелушения, контролируют крупу и отходы. Сортирование по крупности осуществляют в отсевах и крупосортировках в два этапа: предварительное сортирование, при котором гречиху делят на две фракции, и окончательное, при котором ее разделяют на пять-шесть фракций с интервалом размеров треугольных сит 0,5 мм. При этом средние размеры зерновок смежных фракций отличаются на 0,2...0,3 мм. В процессе сортирования гречихи на фракции выделяют также оставшиеся в зерновой массе засорители.

Подготовленные и очищенные от примесей фракции гречихи направляют параллельными потоками в вальцедековые станки для шелушения. Режим шелушения должен быть таким, чтобы количество шелушенных зерен за один проход через вальцедековый станок составляло 20...40 % для непропаренного зерна и 25...55 % для пропаренного. Продукты шелушения гречихи каждой фракции сортируют отдельно в отсевах, где выделяют нешелушенные зерна вместе с лузгой, ядрицу с лузгой, продел с мучкой и измельченными частицами лузги. Эти продукты шелушения направляют для дальнейшей обработки: нешелушеное зерно и ядрицу с лузгой отдельными потоками в воздушные сепараторы для отделения лузги, а продел — в отсев для выделения мучки и частиц лузги. Нешелушеное зерно гречихи возвращается в вальцедековый станок той же системы для повторного шелушения, а ядрица и продел — на контрольные системы, включающие сепарирование в крупосортировках, воздушное сепарирование и окончательное выделение металломагнитной примеси. Контролируют также лузгу.

Оборудование гречезавода размещают, как правило, в пятиэтажном трехпролетном здании из сборного железобетона с шириной пролета 6 м. Технологическое оборудование зерноочисти-

Рис. VI-7. Схема технологического процесса производства гречневой крупы:

1 — бункера для зерна; 2 — автоматические весы; 3 — воздушно-ситовые сепараторы; 4 — отсевы; 5 — воздушный сепаратор; 6 — пневмосортировальный стол; 7 — триер-овсюгоотборник; 8 — крупосортировка для контроля отходов; 9, 15 — оперативные бункера; 10 — пропариватель; 11 — сушилка; 12 — охладительная колонка; 13 — отсевы для сортирования гречихи по фракциям; 14 — крупосортировки; 16 — магнитные аппараты; 17 — вальцедековые станки; 18 — отсевы для сортирования продуктов шелушения; 19 — отсевы для контроля ядрицы; 20 — аспирационные колонки

тельного отделения устанавливают в соответствии со схемой технологического процесса, начиная с верхних этажей и избегая лишних подъемов зерна. В шелушильном отделении располагают одноименное оборудование на одном и том же этаже для удобства его обслуживания.

Примерное размещение основного оборудования на этажах зерноочистительного отделения гречезавода следующее:

на первом этаже — башмаки норий, пробоотборники;

на втором — выпускное устройство бункеров, весовое устройство УРЗ-1, триер-овсюгоотборник, камнеотделительная машина, охлаждающая колонка, вентилятор;

на третьем — воздушные сепараторы (аспираторы), сушилка паровая, дробилка, магнитные сепараторы, вибропитатель, вентилятор;

на четвертом — воздушно-ситовый сепаратор, рассев, крупосортировки, пропариватель зерна, калорифер;

на пятом — воздушные сепараторы, фильтры, компрессор, вентиляторы, циклоны-разгрузители, головки норий.

В шелушильном отделении гречезавода принимают следующее примерное размещение оборудования по этажам:

на первом — башмаки норий, воздуходувные машины, оборудование выбоя, конвейеры, подвесные бункера;

на втором — вальцедековые шелушители, магнитные сепараторы для контроля готовой продукции, воздушные сепараторы, весовые дозаторы;

на третьем — крупосортировки, воздушные сепараторы, магнитные сепараторы, фильтры, пробоотборники;

на четвертом — рассевы, воздушные сепараторы, фильтры;

на пятом — головки норий и оборудование аспирации.

Указанное размещение оборудования является лишь примерным, ориентировочным. При установке оборудования необходимо обеспечить соответствующие углы наклона труб самотечного транспорта при минимальном количестве дополнительных (перекидных) подъемов продукта, которое не должно превышать 15 % по отношению к основным подъемам продукта.

Технологический процесс производства пшена. Пшено вырабатывают из крупного и выравненного проса, которое отвечает следующим требованиям: сход сита с отверстиями размером $1,8 \times 20$ мм не менее 80 %, содержание ядра не менее 74 %, содержание сорной примеси не более 3 %. Только из такого проса можно выработать пшено высокого качества. На крупяных заводах вырабатывают шлифованное пшено трех сортов: высший, первый, второй.

Схема технологического процесса производства пшена показана на рисунке VI-8. Основная очистка проса в зерноочистительном отделении осуществляется в воздушно-ситовых сепараторах путем последовательной трехкратной обработки на трех системах, где выделяют крупные примеси, недоразвитое просо (остряк), мелкую

фракцию проса вместе с мелкими примесями. Затем просо сортируют последовательно на двух системах рассевов, выделяют легкие примеси в воздушных сепараторах, а затем в камнеотделительных машинах — тяжелые минеральные примеси. Подготовленное просо направляют в шелушильное отделение.

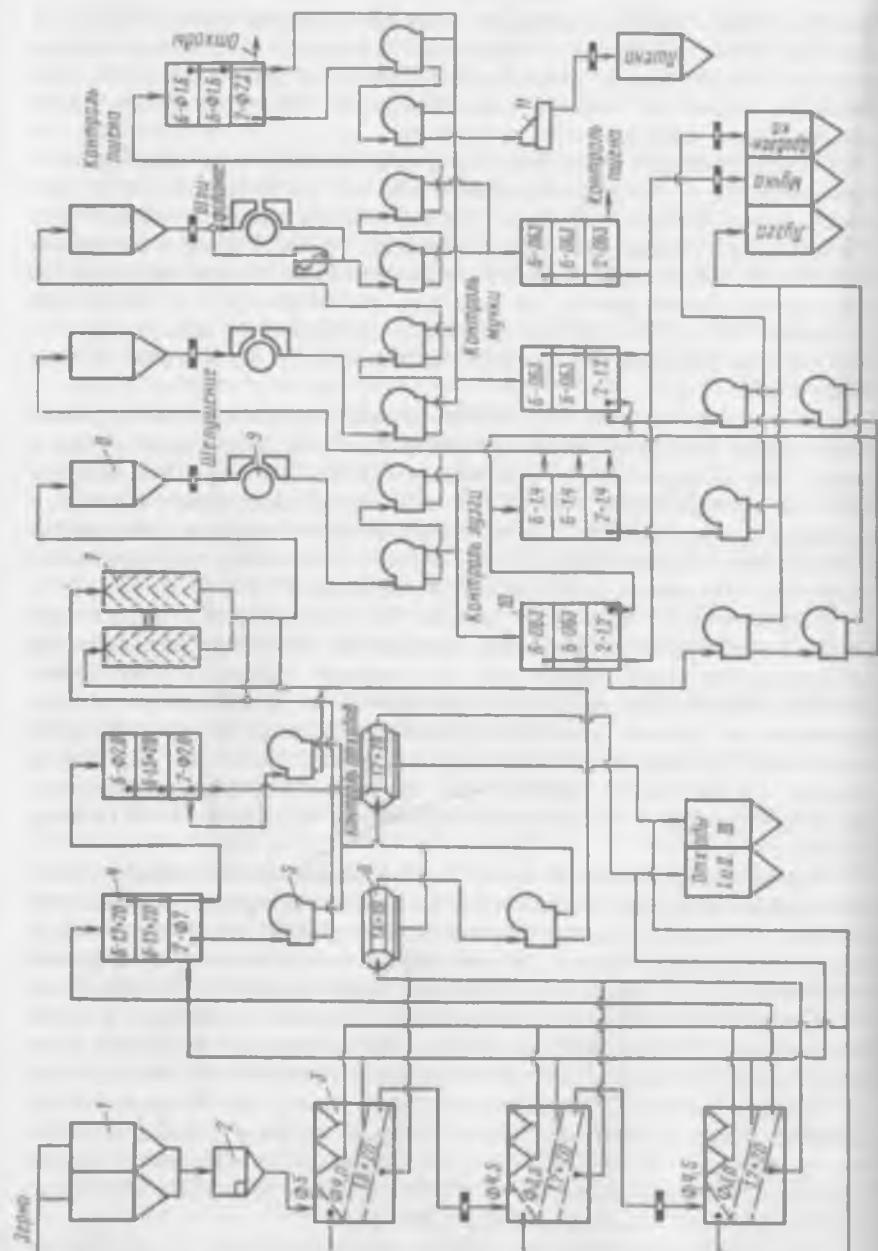
В шелушильном отделении из проса выделяют металломагнитные примеси, а затем последовательно его шелушат на двух системах вальцедековых станков. Продукты шелушения направляют в воздушные сепараторы для выделения лузги. Режим шелушения проса в вальцедековых станках должен обеспечивать количество шелушенных зерен после 1-й системы не менее 91 %, а после 2-й не менее 99 %. При этом количество дробленого ядра после 1-й системы шелушения не должно превышать 3,7 %, а после 2-й не более 5 %.

После двукратного шелушения проса в вальцедековых станках полученные продукты дважды провеивают для выделения мучки и лузги. Освобожденное от цветковых пленок (лузги) ядро направляют на шлифование, осуществляемое в вальцедековых станках и шлифовальных машинах. Шлифованное пшено дважды провеивают в воздушных сепараторах, контролируют в отсевах или крупосортировках, воздушных и магнитных сепараторах.

Оборудование крупяного завода по производству пшена размещают в четырех-пятиэтажном здании из сборного железобетона с двумя или тремя пролетами по ширине. Оборудование зерноочистительного отделения устанавливают последовательно в соответствии со схемой технологического процесса. В шелушильном отделении одноименное оборудование располагают на отдельных этажах: оборудование шелушения на верхних этажах, а отсевы, крупосортировки и воздушные сепараторы на средних и нижних этажах.

Переработка гречихи и проса по взаимозаменяемой схеме технологического процесса. Анализ технологических процессов переработки гречихи и проса в крупу позволяет установить, что эти технологические процессы сходны как по набору технологических операций обработки зерна, так и по составу применяемого оборудования. Учитывая возможную незагруженность крупяных заводов, перерабатывающих только одну культуру, целесообразно создавать технологические процессы для попеременной переработки двух культур по комбинированной взаимозаменяемой схеме, что рекомендовано нормами технологического проектирования крупяных заводов. В качестве примера такого комбинирования можно привести проект крупяного завода мощностью 150 т/сут гречихи или 180 т/сут проса, работающего по взаимозаменяемой схеме.

Перевод технологического процесса с одной культуры на другую производится попеременно на определенный период времени в зависимости от наличия сырья и планов реализации готовой про-



дукции. При этом в зерноочистительном отделении необходимо установить соответствующие перерабатываемой культуре сита в воздушно-ситовых сепараторах, отсевах, крупосортировках. При переработке проса оборудование, используемое для гидротермической обработки гречихи, исключают, хотя принципиальная возможность применения гидротермической обработки проса существует. Для этого необходимо подобрать и обосновать соответствующие режимы такой обработки.

Взаимозаменяемая схема технологического процесса переработки гречихи и проса в шелушильном отделении представлена на рисунке VI-9. Учитывая, что технологический процесс переработки гречихи отличается большей сложностью по сравнению с технологическим процессом переработки проса, взаимозаменяемая схема ориентирована в основном на переработку гречихи. При переработке проса по этой схеме часть оборудования отключают.

В соответствии с рассматриваемой схемой очищенное и подготовленное зерно гречихи подают из зерноочистительного отделения одним потоком в крупосортировки, где разделяют гречиху на шесть фракций и выделяют оставшиеся в зерновой массе крупные и мелкие засорители. При переработке проса не производят разделения его на фракции и поэтому крупосортировки выключают.

Шелушение каждой фракции гречихи осуществляют в вальцедековых станках самостоятельно на шести системах с возвратом нешелушенных зерен на ту же систему. Исключение составляет шелушение наиболее крупной, I фракции, где предусмотрена дополнительная система шелушения, которая служит для разгрузки основной системы и обработки нешелушенного зерна, возвращаемого на эту систему. При переработке проса вальцедековые станки используют как для шелушения зерна, так и для шлифования ядра.

Продукты шелушения сортируют в отсевах А1-БРУ и воздушных сепараторах, а контролируют ядрицу, продел, пшено и мучку в отсевах и крупосортировках. При переходе с переработки гречихи на просо необходимо заменить сита на всех сортирующих машинах.

Оборудование крупяного завода по переработке 150 т/сут гречихи и 180 т/сут проса размещено в пятиэтажном трехпролетном здании из сборного железобетона (рис. VI-10).

В зерноочистительном отделении на первом этаже расположены трансформаторная подстанция и подсобные помещения; на втором — дозировщики, триеры-овсюгоотборники и триеры-куколеотбор-

Рис. VI-8. Схема технологического процесса производства пшена:

1 — бункера для зерна; 2 — весы; 3 — воздушно-ситовые сепараторы; 4 — рассев; 5 — воздушный сепаратор; 6 — бураты контроля отходов; 7 — камнеотделительная машина; 8 — оперативные емкости; 9 — вальцедековые станки; 10 — отсевы контрольные; 11 — пробоотборник

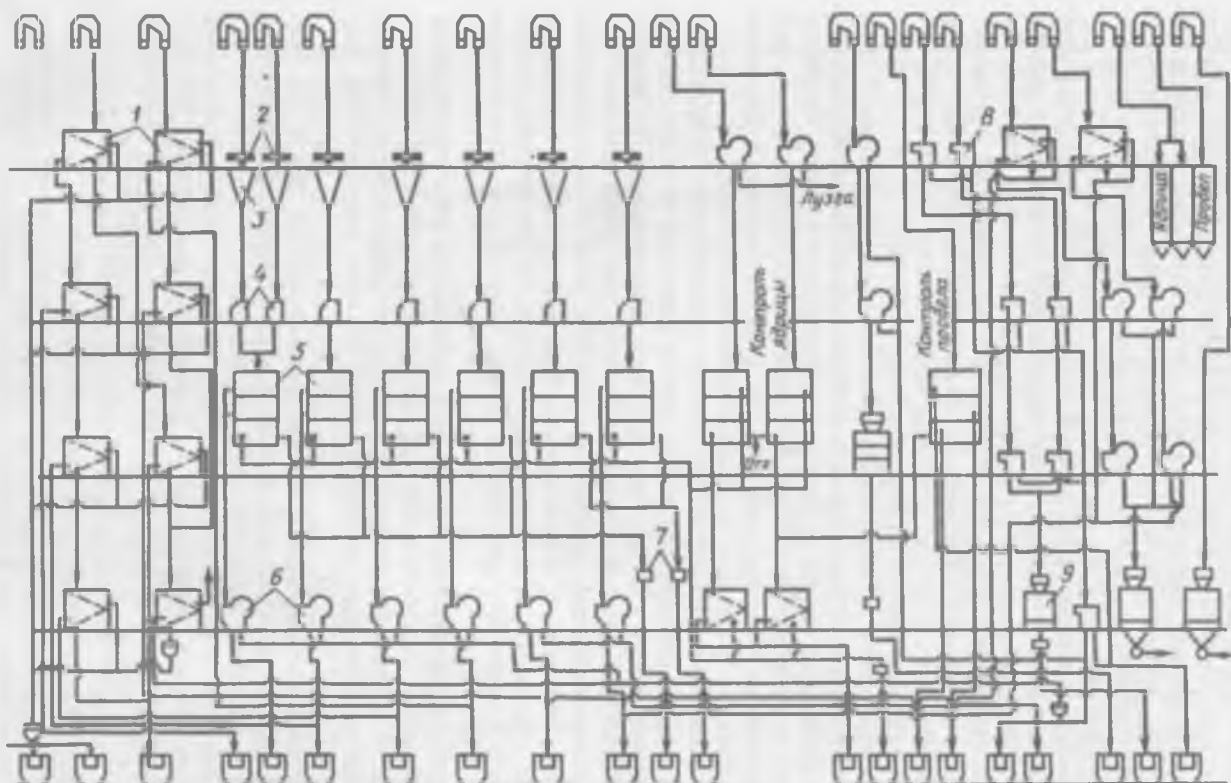
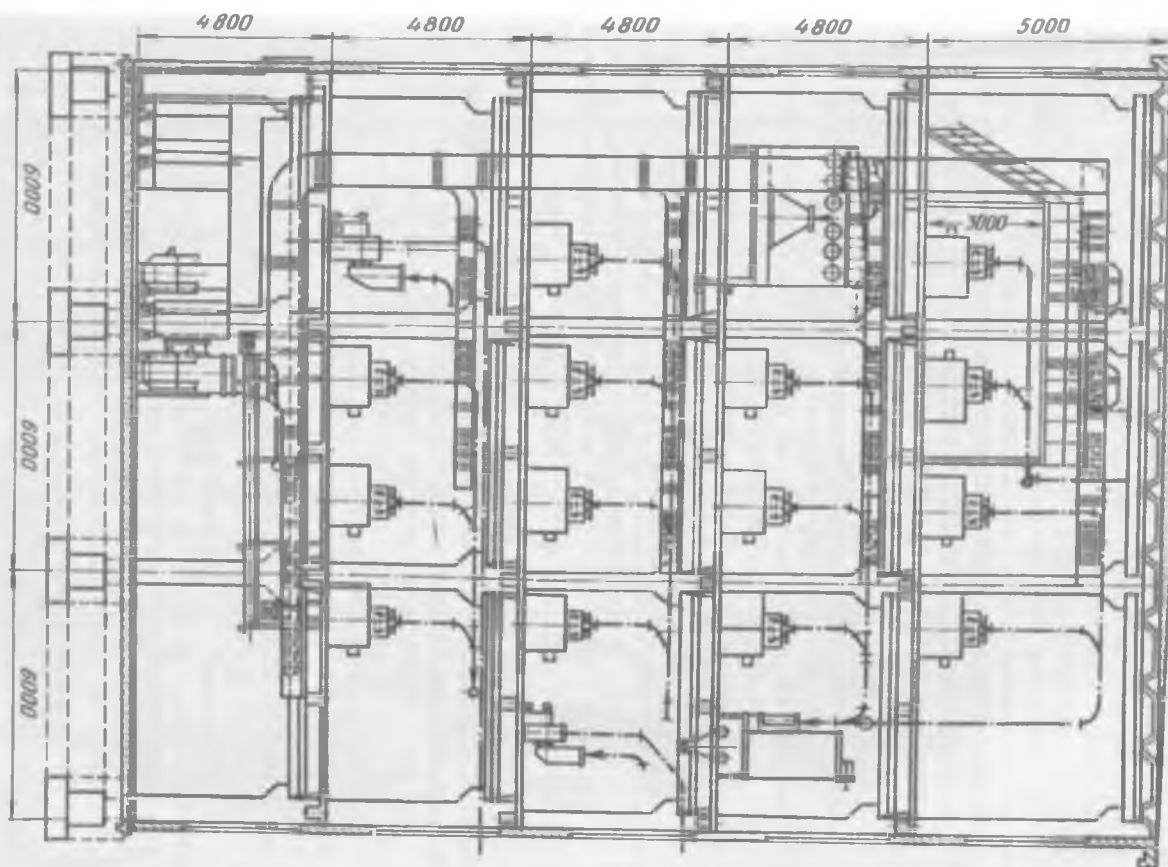


Рис. VI-9. Взаимозаменяемая схема технологического процесса переработки гречихи и проса:

1 — крупосортировки; 2 — магнитные аппараты; 3 — оперативные бункера; 4 — вальцедковые станки; 5 — рассевы для сортирования продуктов шелушения; 6 — воздушные сепараторы; 7 — пробоотборник; 8 — аспирационная колонка; 9 — автоматические весы

Рис. VI-10. Поперечный разрез шелушительного отделения крупяного завода мощностью 150 т/сут гречихи или 180 т/сут проса



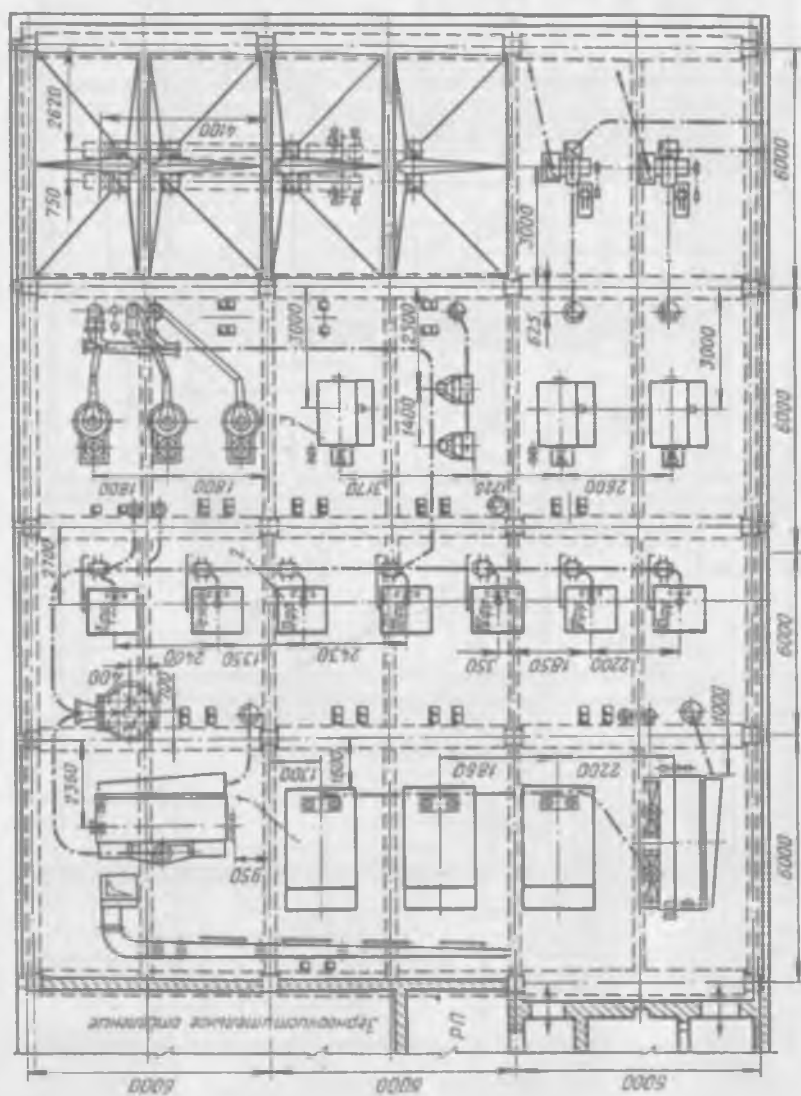


Рис. VI-11. План четвертого этажа шелушильного отделения:
1 — крупосортировщик; 2 — вальцелеточные станины; 3 — воздушные сепараторы

ники, сушилка, бункера для отходов; на третьем — бункера для неочищенного зерна, воздушно-ситовой сепаратор второго прохода, рассев, фильтры, сушилка, воздушный сепаратор; на четвертом — бункера для неочищенного зерна, воздушно-ситовой сепаратор первого прохода, крупосортировки, вертикальный пропариватель, фильтры, вентиляторы; на пятом — воздушно-ситовой сепаратор третьего прохода, крупосортировки, аспирационное оборудование и головки норий. Оборудование гидротермической обработки зерна установлено в изолированном помещении зерноочистительного отделения.

В шелушильном отделении на первом этаже расположены башмаки норий; на втором — часть воздушных сепараторов и крупосортировок; на третьем — крупосортировки, рассевы, автоматические весы, аспирационные колонки, оборудование выбоя; на четвертом (рис. VI-11) — вальцедековые станки, крупосортировки, аспирационные колонки, бункера для готовой продукции; на пятом — крупосортировки, воздушные сепараторы, электромагнитные сепараторы, фильтры и головки норий.

Расчет технологического оборудования по взаимозаменяемой схеме произведен для переработки гречихи мощностью 150 т/сут, как более сложного процесса. Использование этого оборудования для переработки проса позволяет перерабатывать 180 т/сут проса при исключении части оборудования.

§ 6. ЗАВОДЫ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ РИСА

Рис относится к наиболее перспективным крупяным культурам. За последние годы значительно возросло производство риса и крупы из него, которая является ценным пищевым продуктом.

В зависимости от способов обработки поверхностных слоев риса различают три вида рисовой крупы: рис шлифованный, полированный и дробленый шлифованный. Рис шлифованный и полированный получают трех сортов: высший, первый и второй в зависимости от содержания доброкачественного ядра, дробленого риса и сорной примеси. Сортная характеристика риса-крупы приведена в Правилах.

Схема технологического процесса производства риса показана на рисунке VI-12. В зерноочистительном отделении зерно риса разделяют на две фракции по крупности на 1-й системе воздушно-ситового сепарирования (сход и проход сита с отверстиями $\varnothing 3,6...4,0$ мм). Дальнейшая очистка этих фракций осуществляется двумя параллельными потоками. Крупная фракция поступает на 2-ю систему воздушно-ситового сепарирования, а мелкая — на 3-ю. На 2-й системе сепарирования из крупной фракции выделяют мелкое зерно и направляют на 3-ю систему сепарирования.

Для эффективного выделения мелкого зерна и мелких засорителей из крупной фракции ее направляют для дополнительного

сепарирования в отсевах. Мелкую фракцию зерна после 3-й системы сепарирования подают в камнеотделительную машину для удаления минеральной примеси. Мелкую примесь, полученную на 3-й системе сепарирования проходом подсеивных сит сепаратора, направляют для контроля в вибросортировку. Обе фракции зерна перед поступлением в шелушительное отделение подвергают двухкратному воздушному сепарированию.

Продукты шелушения сортируют в отсевах, воздушных сепараторах и падди-машинах. В отсевах разделяют продукты шелушения на четыре фракции. Первую фракцию, состоящую в основном из нешелушенных зерен и лузги, получают с верхней группы сит (сита с отверстиями $\varnothing$ 5,0...5,5 мм), подвергают воздушному сепарированию для выделения лузги, а затем направляют объединенным потоком с линией обработки крупного и мелкого зерна на специальную сходовую систему для дополнительного шелушения.

Вторую фракцию, состоящую в основном из целого шелушенного ядра, нешелушенных зерен и лузги, получают сходом второй группы сит (сита с отверстиями $\varnothing$ 3,6...4,0 мм) и подают для выделения лузги в воздушные сепараторы, а затем в падди-машины для разделения ядра и нешелушенных зерен. Выделенные в падди-машинах нешелушенные зерна поступают на сходовую систему шелушения, а целое ядро — на 1-ю систему шлифования объединенным потоком с линией шелушения крупной и мелкой фракций зерна.

Третью фракцию, состоящую из шелушенного целого и дробленого ядра, а также лузги, получают сходом с нижней группы сит отсева (сита с отверстиями $\varnothing$ 1,5 мм), подвергают двухкратному воздушному сепарированию для выделения лузги, а затем направляют на шлифование.

Четвертую фракцию получают проходом нижней группы сит и направляют в отсева контроля муки, где выделяют муку и дробленое ядро. Для шлифования целого и дробленого ядра риса в схеме предусмотрено четыре системы и одна система для шлифования только дробленого риса. В процессе шлифования ядра удаляют плодовые и семенные оболочки, алейроновый слой и зародыш. После шлифования рисовая крупа приобретает белый цвет, характерный для риса, без остатков семенной оболочки.

Целое и дробленое ядро шлифуют вместе в шлифовальных поставках РС-125 с коническим барабаном или в машинах А1-БШМ с цилиндрическим горизонтально расположенным барабаном. При

Рис. VI-12. Схема технологического процесса производства риса:

1 — бункера для зерна; 2 — автоматические весы; 3 — воздушно-ситовые сепараторы; 4, 12 — воздушные сепараторы; 5 — крупосортировки; 6 — камнеотделительная машина; 7 — отсева для сортирования зерна; 8 — оперативный бункер; 9 — магнитный аппарат; 10 — шелушитель ЗРД; 11 — отсева для сортирования продуктов шелушения; 13 — падди-машина; 14 — шлифовальная машина; 15 — полировальная машина; 16 — контрольные отсева

шлифовании в поставах РС-125 применяют четырехкратную последовательную обработку ядра, а в машинах А1-БШМ процесс шлифования завершают, обрабатывая ядро на двух-трех системах. Применяют также смешанное шлифование: на первой системе шлифования используют машину А1-БШМ, а на последующих системах — постава РС-125.

Режим работы шлифовальных машин должен обеспечивать тщательную обработку периферических частей целого и дробленого ядра при минимальном их дроблении. После обработки поверхности ядра на 1,3 и 4-й шлифовочных системах продукты подвергают однократному воздушному сепарированию для выделения мучки, а после 2-й шлифовочной системы их просеивают в рассеве для выделения дробленого риса проходом металлотканого сита № 2,2 и мучки проходом сита № 1,4.

При производстве шлифованного риса целое и дробленое ядро контролируют в рассевах путем трехкратного последовательного сепарирования, а затем в падди-машинах для выделения нешелушенных зерен риса. После этого шлифованный рис направляют на выбой. Шлифованное дробленое ядро и мучку также контролируют в рассевах и направляют на выбой.

В процессе производства полированного риса целое ядро после завершения его шлифования направляют в полировальный постав для придания глянцевого гладкой поверхности ядра, а затем, как и при производстве шлифованной крупы, подают в контрольные рассевы и падди-машины. Для полирования рисовой крупы можно использовать шлифовальный постав РС-125, заменив абразивный барабан другим, покрытым пластинами из кожи или иного эластичного материала.

Оборудование рисо завода размещают в пятиэтажном двух-трехпролетном здании с шириной каждого пролета 6 м. На первом этаже размещены башмаки норий, а на втором — вальцовые шелушители типа ЗРД и падди-машины. Третий этаж предназначен для шлифовального и полировального оборудования, а также для магнитных аппаратов. На четвертом этаже установлены рассевы, магнитные аппараты, воздушные сепараторы, весовое и аспирационное оборудование. На пятом этаже расположены головки норий, воздушные сепараторы и аспирационное оборудование.

В торцевой части шелушильного отделения размещены бункера готовой продукции и оборудование выбоя (весовыбойные аппараты, зашивочные машины и другое оборудование). Бункера для отходов смонтированы на первом этаже, откуда они транспортируются в цех отходов пневматическим транспортом.

При размещении оборудования в шелушильном отделении учтено необходимое требование: располагать одноименное оборудование на одном и том же этаже при сохранении минимального числа вертикальных подъемов обрабатываемых продуктов.

На крупяных заводах из ячменя вырабатывают перловую пятиномерную и ячневую трехномерную крупу. В процессе производства перловой крупы освобожденное от цветковых пленок целое и дробленое ядро ячменя тщательно шлифуют, а при производстве ячневой крупы шлифование ядра не производят, его измельчают в вальцовых станках до определенной крупности. Общий выход перловой крупы 40 %, а ячневой 62 %.

Схема технологического процесса производства перловой пятиномерной крупы представлена на рисунке VI-13. Для очистки ячменя от примесей в зерноочистительном отделении предусматривают три системы сепарирования в воздушно-ситовых сепараторах, отбор минеральной примеси в камнеотделительной машине, выделение длинных и коротких примесей в триерах, контроль отходов зерноочистительного отделения.

На 1-й системе сепарирования ячмень разделяют на две фракции: крупную (сход с сита с отверстиями размером $2,4 \times 20$ мм) и мелкую — проход через это сито. Крупную фракцию направляют на 2-ю систему сепарирования, а мелкую фракцию — на 3-ю систему, где проходом сита с отверстиями $\varnothing 1,6$ мм выделяют мелкие примеси и подают их в некормовые отходы.

Крупная фракция ячменя в дальнейшем поступает в овсяго-отборочную машину для выделения длинных примесей, а мелкая фракция — в куколеотборочную для выделения коротких примесей. После триеров зерно направляют в камнеотделительные машины для выделения минеральных примесей (камней). На этом очистка зерна ячменя от примесей завершается и оно поступает на шелушение.

Оборудование для шелушения ячменя располагают в зерноочистительном отделении крупяного завода, учитывая высокое содержание цветковых пленок (10...12 % от массы зерна). Шелушение ячменя осуществляют посредством последовательной обработки на четырех системах. На первых двух системах применяют обоечные машины с абразивным цилиндром, а на последующих — машины А1-ЗШН-3. Допускается использование трех систем шелушения. Продукты шелушения первых двух систем сепарируют в воздушных сепараторах для выделения лузги, а после 3-й и 4-й системы получают шелушенное целое или частично дробленое ядро ячменя, так называемый пенсак, который направляют на шлифование и полирование. Пенсак должен соответствовать следующим требованиям: количество нешелушенных зерен не более 5 %, а дробленых не более 50 %.

Для повышения качества пенсака применяют дополнительную его обработку, при которой пенсак сортируют в рассеве с выделением крупной фракции и мучки от основной массы пенсака, затем круп-

ную фракцию измельчают в вальцовом станке, продукты измельчения сортируют в отсевах с выделением крупной фракции и муки. Остальные фракции дробленого ядра направляют на системы шлифования в машинах А1-ЗШН-3: фракцию, полученную проходом сита ϕ отверстий 4,2 мм и сходом сита с отверстиями ϕ 2,5 мм, — на 1-ю систему, а фракцию, полученную проходом сита с отверстиями ϕ 2,5 мм и сходом металлотканого сита № 1, — на 3-ю систему шлифования.

Пенсак шлифуют и полируют последовательно на семи системах А1-ЗШН-3, из которых три системы шлифования, три системы полирования и одна сходовая для дополнительной обработки крупной фракции пенсака. После обработки поверхности пенсака на 2-й системе шлифования и 2-й системе полирования его сортируют в воздушных сепараторах для выделения муки.

По завершении полирования пенсак превращается в крупу перловую, которую направляют в контрольные отсева для выделения муки и фракционирования крупы по размерам (номерам). Эту технологическую операцию проводят последовательным четырехкратным сортированием крупы в отсевах с последующим сепарированием в воздушных сепараторах и магнитных аппаратах перловой крупы каждого номера.

При выработке ячневой крупы очистку и шелушение ячменя осуществляют по такой же схеме, как и для получения перловой крупы, т. е. получают шелушенный ячмень (пенсак), который перерабатывают в трехномерную ячневую крупу по технологической схеме, представленной на рисунке VI-14.

Вначале пенсак дополнительно шлифуют на одной-двух системах А1-ЗШН-3, а затем измельчают в вальцовых станках и сортируют в отсевах последовательно на четырех системах. При сортировании измельченного пенсака в отсевах выделяют муку проходом металлотканого сита № 08, а остальные продукты сортируют на ситах с отверстиями ϕ 2,8...2,0 и 1,8...1,5 мм. Сходом с указанных сит получают три фракции измельченного ядра ячменя, которые после воздушного сепарирования и выделения металломагнитных примесей являются готовой крупой трех номеров по крупности (№ 1 — ϕ 2,5/2,0 мм, № 2 — ϕ 2,0/1,5 мм, № 3 — ϕ 1,5/0,56 мм). Для ячменезаводов принимают нагрузки на основное оборудование в соответствии с таблицей VI-5.

Рис. VI-13. Схема технологического процесса производства перловой пятиномерной крупы:

1 — бункера для зерна; 2 — автоматические весы; 3 — воздушно-ситовые сепараторы; 4, 11 — отсева; 5 — триер-овсюгоотборник; 6 — триер-куклеотборник; 7 — бурат контроля отхолов; 8 — наждачные обочные машины; 9 — воздушные сепараторы; 10 — шелушитель интенсивного шелушения; 12 — вальцовый станок; 13 — оперативные бункера; 14 — шелушитель для шлифования и полирования ядра; 15 — контрольные отсева

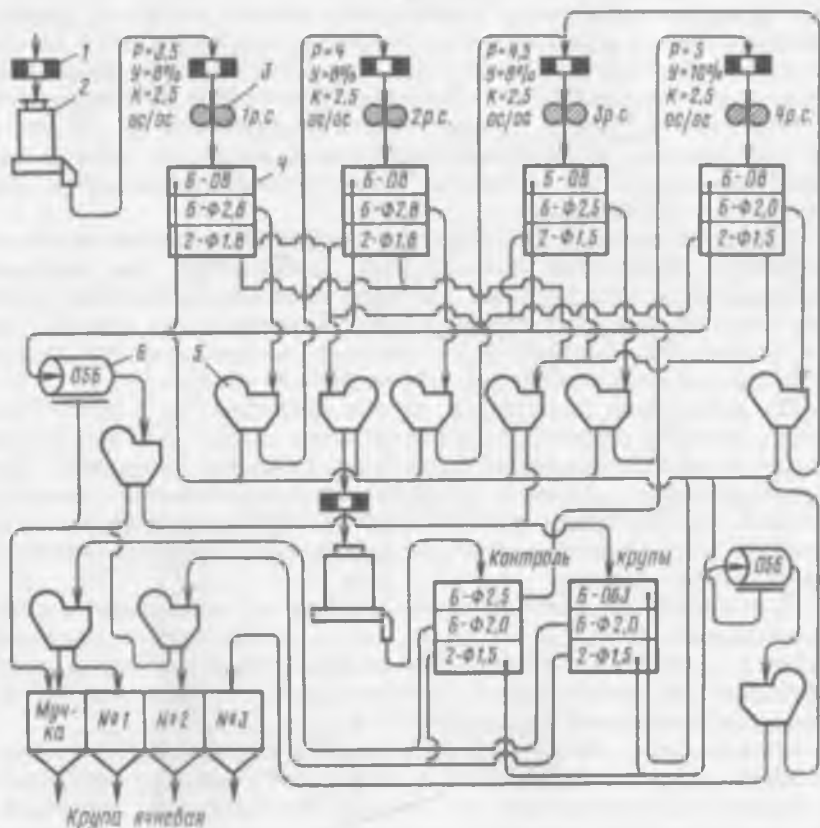


Рис. VI-14. Схема технологического процесса переработки пенсаха в ячневую крупу:
1 — магнитные сепараторы; 2 — шелушитель интенсивного шелушения и шлифования; 3 — вальцовый станок; 4 — рассев; 5 — воздушный сепаратор; 6 — бурат

Распределение технологического оборудования по системам необходимо производить в соответствии с рекомендациями норм технологического проектирования крупяных заводов либо по балансу переработки ячменя на аналогичных заводах.

Оборудование ячменезаводов размещают в пятиэтажном трехпролетном здании из сборного железобетона, устанавливая основное одноименное оборудование на отдельных этажах, а оставшуюся свободную площадь используя для размещения другого оборудования. При этом наиболее тяжелое и энергоемкое оборудование (шелушительные и полировальные машины, вальцовые станки) устанавливают на втором этаже, рассевы — на четвертом этаже, остальное оборудование — на других этажах с учетом минимальной протяжен-

ности коммуникации промежуточных продуктов обработки ячменя и готовой продукции.

Вопросы для самоконтроля. 1. Поясните общие требования к проектированию крупяных заводов. 2. Каковы общие принципы проектирования технологических процессов очистки и подготовки крупяного зерна? 3. Какие принципы проектирования технологических процессов шелушения и шлифования крупяного зерна Вы знаете? 4. В чем состоит методика расчета технологического оборудования и бункеров крупяного завода? 5. Каковы особенности проектирования овсяного завода? 6. В чем заключаются особенности проектирования гречихинного завода? 7. Каковы особенности проектирования рисового завода? 8. В чем состоят особенности проектирования ячменного завода? 9. Расскажите о проектировании крупяных заводов для переработки двух культур по взаимозаменяемой схеме. 10. Каковы Правила размещения технологического оборудования на этажах крупяных заводов?

VII Глава

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ

§ 1. ВЫБОР СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

Технологический процесс производства комбикормов и белково-витаминных добавок (БВД) по структуре состоит из следующих отдельных этапов:

- приемка сырья и его хранение;
- подготовка сырья (компонентов) к дозированию;
- дозирование и смешивание компонентов для получения рассыпной (мучнистой) готовой продукции;
- гранулирование;
- упаковка;
- отпуск готовой продукции.

При производстве премиксов гранулирование не применяют.

При проектировании следует выполнять технологические требования, которые содержатся в Правилах организации и ведения технологического процесса производства комбикормов, белково-витаминных добавок, премиксов и карбамидного концентрата и в Нормах технологического проектирования. Организация технологического процесса на всех этапах должна обеспечить оперативную подачу сырья в производство, требуемую подготовку и ввод всех компонентов в соответствии с рецептом, эффективную их переработку и выпуск комбикормов, отвечающих требованиям стандарта, соблюдение режима и ритмичной работы технологического оборудования, полное использование производственной мощности комбикормового завода.

Технологический процесс производства комбикормов начинается

с подготовки сырья, которая включает очистку его от примесей, а если необходимо — измельчение, шелушение, сушку, подогрев жидких компонентов. Для выработки комбикормов используют большой набор компонентов. Поэтому для них проектируют подготовку на специальных линиях. Под подготовительной линией понимают совокупность машин и механизмов, в которых обрабатывают компоненты с близкими технологическими свойствами и одинаковыми режимами для подготовки.

Соблюдение технологического регламента, определенного Правилами, зависит от четкой организации и ведения подготовительных операций на всех линиях. Число линий, их насыщенность технологическим, аспирационным оборудованием определяются назначением комбикорма или БВД, их рецептурой, видовым составом, а также необходимостью доведения вводимых компонентов до требований стандартов и других нормативных документов.

Сырьевой состав комбикорма обширен и включает самые разнообразные виды сырья растительного и животного происхождения, микробиологического, биохимического, химического, синтетического.

Зерновые компоненты (кукуруза, пшеница, ячмень, овес, просо, сорго и др.) содержатся в большем количестве в рецепте. Это объясняется тем, что они наиболее концентрированы по питательности и регулируют углеводный состав комбикорма (содержание в нем крахмала, сахара, клетчатки и т. д.), обеспечивают энергоемкость рациона.

Кормовые продукты пищевых производств (мясо-костная, рыбная мука, дрожжи, обрат и др.) отличаются высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усвояемых организмом животных. Содержание их сравнительно невелико.

Группу мучных компонентов составляют отруби и мучки. Для молочных коров и телят вводят отруби в большом количестве, иногда больше половины состава комбикорма, а для бройлеров отруби не вводят. При выработке комбикормов для овец (коз), а также для откорма крупного рогатого скота и молочных коров значительную часть в рецепте составляют шроты. Из минеральных веществ в состав комбикормов включают поваренную соль, мел, кормовые фосфаты, муку и крупу из раковин моллюсков, известняковую муку и др.

Специфические особенности сырья, их неоднородность вызывают необходимость вести их переработку и подготовку к дозированию — смешиванию на соответствующих линиях с использованием сложных технологических приемов. При выборе технологических приемов производства определяющей является рецептура (состав) комбикорма. Комбикормовой промышленности на современном этапе развития животноводства и птицеводства предъявляют высокие требования по выпуску высококачественных комбикормов, сбалансированных по

питательности, протеину, углеводам, минеральным веществам и витаминам.

Без знания этих вопросов нельзя правильно определить состав оборудования на технологических линиях комбикормовых заводов. Например, рассматривая рецепты полнорационных комбикормов для кур-несушек, необходимо разработать технологическую схему производства комбикормов согласно Правилам со следующими линиями:

- зерновая;

- шротов;

- кормовых продуктов пищевых производств;

- мела и другого сырья минерального происхождения (обесфторенный фосфат; известняковая мука);

- соли;

- премиксов или приготовления и ввода обогатительных смесей.

При производстве комбикормов для бройлеров обязателен ввод жира, поэтому необходимо предусмотреть линию ввода жидких компонентов (жира). Это объясняется тем, что полнорационный комбикорм по химическому составу, питательности (энергии рациона), специфическим свойствам должен отвечать потребности организма данной группы животных и обеспечить высокую их продуктивность, а также хорошее качество продукции при низких затратах питательных веществ.

Технология производства комбикормов для свиней имеет ряд особенностей. При производстве рассыпных комбикормов для обеспечения крупности необходимо такое измельчение, чтобы не допустить остатка на сите с отверстиями ϕ 3 мм, а на сите с отверстиями ϕ 2 мм — не более 5 %.

В технологической схеме производства комбикормов для поросят-отъемышей (рецепты СК) предусмотрены дополнительные операции при подготовке отдельных видов сырья. В схему обязательно включают линию отделения пленок от ячменя с шелушением в специальных машинах. Предусматривается также тепловая обработка для повышения его питательной ценности и термического обеззараживания.

При рассмотрении состава комбикормов для коров, овец и других жвачных животных можно обратить внимание на то, что наряду с общими для других видов животных компонентами для жвачных животных используют карбамид или карбамидный концентрат. Поэтому при производстве комбикормов для коров, овец (олений) нужно предусмотреть линии карбамида или ввод карбамидного концентрата. Кроме того, линия отрубей и других мучнистых компонентов должна быть рассчитана на ввод их до 60 %. В такие комбикорма обязательно вводят мелассу на линии жидких компонентов.

В технологической схеме производства комбикормов для крупного рогатого скота обязательны следующие технологические ли-

нии: зерновых компонентов; мучнистого сырья; шротов; крупнокускового сырья; карбамида или карбамидного концентрата; жидких компонентов; соли и другого сырья минерального происхождения (монокальцийфосфата, фосфата кормового); премиксов.

В комбикорма вводят до 16 видов сырья. Эта особенность комбикормового производства затрудняет обеспечение сырьем действующих предприятий, поскольку сырье в таком многообразии может поставлять только большое число поставщиков различных отраслей производства.

Особенности сырьевой базы комбикормовой промышленности приводят к поискам оптимальных вариантов технологических схем и приемов, которые могли бы совершенствовать производство и улучшать качество выпускаемой продукции.

Правильное построение схемы технологического процесса обеспечивает выпуск готовой продукции необходимого качества и высокие технико-экономические показатели работы предприятия. Схема технологического процесса современного комбикормового завода должна базироваться на внедрении достижений науки, техники, опыта передовых заводов. При составлении схемы необходимо выполнять основное требование, которое заключается в том, чтобы технологическое оборудование, силосы и бункера были загружены максимально, а число транспортного оборудования (нории, конвейеры) было минимальным.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

Существующее многообразие построения технологии на комбикормовых заводах можно свести к трем видам производства комбикормов: с отдельной подготовкой сырья, с предварительной подготовкой смеси близких по физическим свойствам сырья, с подготовкой сырья в общей смеси.

Технологией могут быть предусмотрены линии: зернового сырья; отделения пленок; тепловой обработки зерна; мучнистого сырья; рассыпной травяной муки; кормовых продуктов пищевых производств; шротов; прессованного и кускового сырья; сырья минерального происхождения; ввода премиксов; дозирования — смешивания; подготовки жидких видов сырья; гранулирования.

Линия зернового сырья. Служит для очистки зерновых и зернобобовых видов сырья от посторонних, вредных и металломагнитных примесей, а также измельчения зернового сырья до требуемой крупности. Рассмотрим две схемы построения технологической линии зернового сырья, которые могут быть на комбикормовых заводах: вариант с отдельной подготовкой зернового сырья, вариант подготовки предварительной смеси зернового и гранулированного сырья.

Вариант с отдельной подготовкой зернового сырья представлен на рисунке VII-1. Зерновые культуры поступают из зернохранилища

Линия дозирования-смешивания
с лентой попереточки

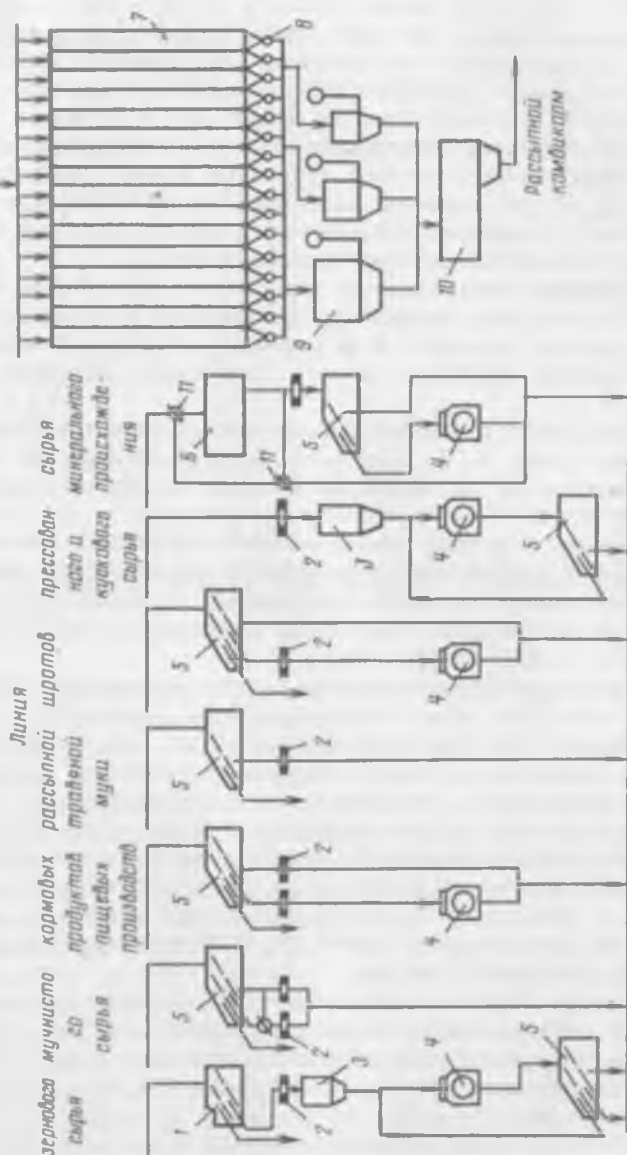


Рис. VII-1. Принципиальная технологическая схема производства рассыпных комбикормов с раздельной подготовкой сырья:

1 — сепаратор; 2 — магнитная защита; 3, 7 — бункера; 4 — дробилки; 5 — просеивающая машина; 6 — сушилка; 8 — питатели; 9 — многокомпонентные весовые дозаторы; 10 — смеситель; 11 — перекидные клапаны

127-190

по транспортным линиям в зерновой сепаратор, установленный в производственном цехе, где отделяются примеси, отличающиеся от зерна размерами и аэродинамическими свойствами. Очищенное зерно направляют в магнитный сепаратор или магнитную колонку для отделения металломагнитной примеси и далее оно поступает в наддробильный бункер. Из него зерно подается в дробилку, измельчается и направляется в просеивающую машину для выделения недоизмельченной фракции продукта, которая вновь поступает в дробилку. Подготовленный продукт направляют в бункера основной линии дозирования—смешивания. На комбикормовом заводе обычно предусматривают две или три такие линии, параллельно работающие на каждой зерновой культуре. Экономичней, если зерновой сепаратор устанавливают в силосном рабочем корпусе и зерно поступает в производственный корпус очищенным.

Если комбикорма производят по упрощенной технологии, в линии может отсутствовать просеивающая машина и необходимую крупность продукта получают в результате установки в рабочей камере молотковой дробилки сита с требуемым размером отверстий.

Вариант подготовки предварительной смеси зернового и гранулированного сырья (рис. VII-2) довольно часто применяют на крупных промышленных и на межхозяйственных комбикормовых заводах.

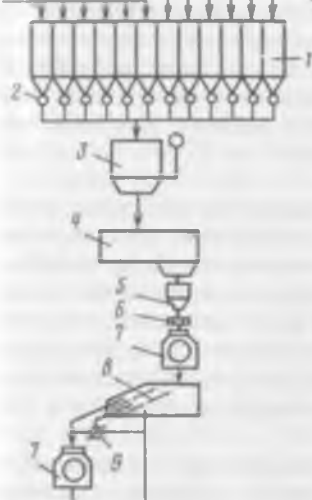
Линия отделения пленок. Значительное содержание клетчатки в овсе и ячмене затрудняет использование их как кормовых средств для раннего молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. Поэтому при приготовлении стартерных комбикормов необходимо отделять пленки от ядра овса и ячменя.

Подготовка овса или ячменя осуществляется следующим образом. После взвешивания на весах овес или ячмень поступает в сепаратор для очистки от примесей и выделения мелкой фракции зерна. Зерно, прошедшее через сито с отверстиями размером $2,2 \times 20$ мм и сошедшее с подсевного сита, направляют на шелушение, проход—мелкое зерно—поступает в склад сырья. Крупная фракция зерна, пройдя магнитную защиту, подается через бункер в шелушильную машину и далее в аспиратор. Очищенное ядро направляют на хранение или в наддробильный бункер и далее на измельчение в молотковую дробилку. Подготовленный продукт подается в наддозаторные бункера.

Линия тепловой обработки зерна. Один из методов увеличения биологической эффективности зерна и улучшения использования комбикормов—это специальная подготовка зернового сырья. ВНПО «Комбикорм» разработана технологическая линия тепловой обработки зерна, которая включает в себя очистку зерна от примесей, шелушение пленчатых культур, пропаривание, поджаривание зерна в горизонтальных машинах и охлаждение продукта. При такой об-

Шроты

Гранулированное сырье
Очищенное зерно



Кормовые продукты пищевых производств

Трапьяная мука
Мучнистое сырье

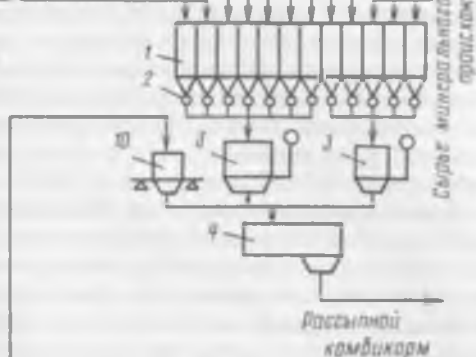


Рис. VII-2. Технологическая схема производства рассыпных комбикормов с подготовкой смеси сырья, требующего дробления:

1 — наддозаторные бункера; 2 — питатели; 3 — многокомпонентные весовые дозаторы; 4 — смесители; 5 — наддробильный бункер; 6 — магнитная защита; 7 — дробилки; 8 — сепаратор; 9 — перекидной клапан; 10 — бункер с тензодатчиками

работке происходит декстринизация крахмала, что существенно повышает ценность комбикормов.

Эффективным методом обработки зерна по данным ВАСХНИЛ считается его экструдирование. В основе экструдирования кормов лежат два процесса: механо-химическое деформирование и «взрыв» продукта. Последний происходит в результате резкого перепада давления в зерне на выходе из экструдера. Оба процесса непрерывны и протекают при определенной степени сжатия и скорости прохождения продукта через экструдер.

Линия мучнистого сырья. Она предназначена для отделения отходов от отрубей, мучек и других мучнистых продуктов, не требующих измельчения. Мучнистое сырье в производственном корпусе проходит очистку в просеивающих машинах, где выделяются крупные примеси, и в магнитных сепараторах для отделения металломагнитных примесей. Затем продукт поступает в бункера на линию основного дозирования — смешивания. В просеивающей машине для отделения примесей устанавливают сита с отверстиями ϕ 10 мм или с ячейками размером 8×8 мм.

Линия рассыпной травяной муки. Используют для очистки от посторонних и металломагнитных примесей. Травяная мука поступает на заводы в мешках. Их подают в мешкорастарочную машину или к растарочным шкафам, далее в рассыпном виде с помощью конвейеров направляют в просеивающую машину для выделения случайных примесей. В магнитном сепараторе от травяной муки отделяют металломагнитную примесь и очищенный продукт поступает в наддозаторный бункер. В просеивающей машине для отделения примесей устанавливают сита с отверстиями $\varnothing$ 10 мм или с ячейками размером 8×8 мм.

Линия кормовых продуктов пищевых производств. Линию применяют для обработки мясо-костной, кровяной, рыбной муки, кормовых дрожжей и др. Сырье, поступающее в мешках, после растаривания механическим или пневматическим транспортом направляют в просеивающую машину для отделения крупных примесей и крупной фракции продукта. Затем крупная фракция поступает в молотковую дробилку, пройдя через магнитный сепаратор. Стандартный по крупности продукт подается в магнитный сепаратор и далее в наддозаторный бункер.

В просеивающей машине для отделения примесей устанавливают сита с отверстиями $\varnothing$ 15...20 мм или с ячейками размером 14×14 мм. В сходе с этого сита не должно быть более 2% от исходного сырья. Для отделения крупной фракции продукта устанавливают сита с размером отверстий, исходя из требований к крупности готового продукта. Обычно это сита с отверстиями $\varnothing$ 3...5 мм.

Линия шротов. Она предназначена для очистки от крупных посторонних и металломагнитных примесей, а также для измельчения шротов. Шрот из силосного корпуса нориями и конвейерами транспортируется в производственный корпус. Пройдя магнитный сепаратор, шрот поступает в просеивающую машину, где отделяются крупные примеси и крупная фракция шрота, которая, пройдя магнитную защиту, измельчается в молотковой дробилке. Стандартный по крупности продукт с просеивающей машины и после дробилки направляют в наддозаторные бункера.

В просеивающей машине для отделения крупной примеси устанавливают сита с ячейками $\varnothing$ 15...20 мм, а для отделения крупной недоизмельченной фракции — с ячейками $\varnothing$ 2...5 мм. Возможна очистка шротов только от грубых посторонних примесей с последующим измельчением всего продукта в дробилке. В молотковой дробилке устанавливают сита с размером отверстий, обеспечивающих требуемую стандартом крупность готового продукта.

Линия прессованного и кускового сырья. Линию используют для очистки сырья от металломагнитных примесей и измельчения сырья, поступающего в гранулированном, брикетированном и кусковом виде. Прессованное и кусковое сырье растительного или

животного происхождения направляют для предварительного измельчения в специальную машину, чтобы получить частицы размером не более 20...30 мм. Предварительно измельченный кусковой продукт или гранулированное сырье очищают от металломагнитных примесей в магнитном сепараторе и подают в наддробильный бункер. Из бункера сырье поступает в молотковую дробилку для повторного измельчения и далее в просеивающую машину для отделения недоизмельченной фракции продукта, которая вновь поступает в дробилку.

Стандартный по крупности продукт, получаемый проходом через сита с размером отверстий ϕ 2...5 мм (размер отверстий зависит от рецепта комбикормов), направляют в наддозаторный бункер.

Линия сырья минерального происхождения. Ее используют для сушки, измельчения и просеивания такого сырья. Применяют два варианта подготовки. По первому варианту сырье, которое имеет куски продукта, направляют в дробилку для их измельчения до размеров частиц менее 10 мм. Соль, если ее влажность более 0,5 %, мел с влажностью выше 10 % и известковая мука с влажностью более 1,5 % поступают в сушилку.

Если сырье минерального происхождения имеет стандартную влажность, то его подают в дробилку для тонкого измельчения. Измельченный продукт направляют для контроля недоизмельченной фракции в просеивающую машину. Крупная часть продукта вновь поступает в дробилку, а стандартный по крупности продукт, пройдя магнитную защиту, поступает в наддозаторный бункер. В просеивающей машине для контроля крупности измельченного сырья устанавливают сита с отверстиями размером: для соли $0,8 \times 0,8$ или $1,0 \times 1,0$ мм, для мела и известковой муки — $1,6 \times 1,6$ мм или ϕ 2,0 мм.

Применяют также второй вариант подготовки соли. Ее подают в вертикальный пневматический трубопровод. Здесь в результате действия гравитационных сил соль движется вниз, а воздушный поток горячего воздуха — вверх. В вертикальном трубопроводе происходят сушка соли и отбор стандартной по крупности соли, для этого устанавливают требуемую скорость воздушного потока. В разгрузителе происходит отделение воздуха от соли, и подготовленный продукт направляют в наддозаторный бункер. Крупные частицы соли поступают в молотковую дробилку, измельчаются и вновь направляются норией в вертикальный трубопровод. Эта схема была предложена и применена впервые на Шилутском комбинате хлебопродуктов Литовской ССР.

Линия ввода премиксов. Линия предназначена для растаривания и подачи премикса в наддозаторный бункер. Обычно премикс подается по отдельной линии механическим и аэрозольным транспортом.

Линия дозирования — смешивания. Применяют линию для приго-

товления продукции согласно рецепту. Раздельно подготовленные для ввода в комбикорма компоненты комбикорма поступают в наддозаторные бункера линии дозирования — смешивания. Затем в зависимости от их процентного ввода в комбикорма компоненты направляют в весовые дозаторы и далее в смеситель периодического действия, где равномерно распределяются по всей массе комбикорма. Готовый рассыпной продукт после смесителя проходит магнитную защиту и направляется в корпус готовой продукции или на гранулирование.

При раздельной подготовке компонентов для обеспечения необходимой точности дозирования чаще всего устанавливают три или два многокомпонентных весовых дозатора разной грузоподъемности. Если технологией предусмотрено получение предварительных смесей, то на основной линии дозирования — смешивания могут быть установлены один или два дозатора.

При использовании порционного принципа производства комбикормов желательно составлять циклограммы работы всех дозаторов, технологического и транспортного оборудования, участвующих в подготовке и перемещении порции. Циклограмма позволяет более точно определить производительность линии.

Линия подготовки жидких видов сырья. Предназначена для приемки, подогрева, очистки, учета расхода, смешивания жидких компонентов. Жидкие виды сырья — мелассу, жир животный кормовой, рыбный экстракт, фосфатидный концентрат — при выработке комбикормов необходимо подогревать. Гидрол не подогревают. Мелассу подогревают до температуры 50 °С, при снижении температуры вязкость мелассы повышается и при температуре, близкой к 0 °С, она утрачивает свойство текучести. При температуре выше 55 °С начинается карамелизация сахаров мелассы и они могут переходить в твердую фазу. Кормовой животный жир и фосфатидный концентрат подогревают до температуры 50...70 °С, и продукты становятся достаточно текучими и хорошо перекачиваются насосами.

Жидкие виды сырья можно подготавливать и вводить в комбикорма раздельно. Можно вводить сразу несколько видов жидкого сырья в комбикорма. Поступающее на предприятие сырье подогревают до необходимой температуры и перекачивают в резервуары для хранения. Из них сырье с помощью насосов подают в накопительные или расходные баки. Для жира расходные баки оборудованы мешалками, датчиками уровня и регуляторами температуры.

Для предотвращения засорения насосов, контролирующих приборов и форсунок устанавливают фильтры: перед накопительным резервуаром — фильтр грубой очистки из сетки с отверстиями $\varnothing$ 4...6 мм; после расходного бака — тонкой очистки, в которых фильтром служат две металлические сетки с отверстиями размером 1,6 × 1,6 и 0,8 × 0,8 мм. Подготовленные жидкие компоненты вводят

в комбикорма в смесителях непрерывного действия или в пресс-грануляторах.

При производстве гранулированных комбикормов для рыб, чтобы довести количество жира до требуемого по рецепту и повысить их водостойкость, применяют поверхностную обработку гранул жиром: жир распыляют и он тонким слоем обволакивает поверхность гранул.

Для ввода жидких компонентов в рассыпные комбикорма по заявкам потребителей в месте отпуска продукции размещают установки большой производительности. Чаще используют установку Б6-ДМА. В этом случае вводят мелассу без подогрева в количестве 10 % в рассыпные комбикорма. Производительность установки до 30 т/ч по готовому продукту.

Линия гранулирования. Гранулированные комбикорма изготавливают для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. На предприятиях гранулированный комбикорм получают в основном сухим способом.

Рассыпной комбикорм с основной линии дозирования — смешивания направляют норией через магнитную защиту в надпрессовые бункера. Если рассыпной комбикорм поступает на гранулирование из корпуса готовой продукции, то его для учета массы взвешивают на автоматических весах. Далее комбикорм очищают от крупных посторонних примесей в просеивающей машине, в которой установлены сита с отверстиями ϕ 4...5 мм. Затем комбикорм проходит магнитную защиту и поступает в надпрессовые бункера. Из этих бункеров его транспортируют в смеситель пресса-гранулятора, куда поступают жидкие виды сырья и пар.

Из смесителя продукт направляют на матрицу пресса, где он гранулируется. Затем гранулы подают в охлаждающую колонку. Температура выходящих гранул должна быть не более чем на 10 °С выше температуры окружающей среды. Если необходимо получить продукцию в виде крупки, то гранулы направляют в измельчитель и далее в просеивающую машину. Если продукция должна быть получена в виде гранул, то их из охлаждающей колонки подают в просеивающую машину, минуя измельчитель.

С помощью просеивающей машины от гранул и крупки отделяют мелкую крошку и направляют ее на повторное прессование. При выработке продукта в виде крупки с помощью этой же просеивающей машины отделяют недоизмельченные гранулы и подают их на повторное дробление в измельчитель. Готовую продукцию взвешивают на автоматических весах для учета массы и направляют в корпус готовой продукции.

При сухом гранулировании рассыпной комбикорм чаще всего обрабатывают сухим паром, подаваемым в смеситель пресса, давлением 0,35...0,4 МПа, расход пара 60...80 кг/т. Если пара нет,

то используют соленый гидрозоль, мелассу, кукурузный экстракт и другие жидкие связующие добавки.

В просеивающей машине для отбора крошки от гранул комбикорма устанавливают сита с отверстиями $\varnothing 1,6...2,5$ мм. При производстве продукции в виде крупки размер отверстий верхнего и нижнего сита выбирают, исходя из требований к крупности готовой продукции. Выход крупки должен быть не менее 70 %, остальная часть измельчается и направляется на повторное прессование.

Все описанные выше линии используют в основном на крупных комбикормовых заводах с широким ассортиментом выпускаемой продукции. На заводах с небольшой мощностью может быть только часть из перечисленных линий. Как видно, каждый вид сырья подготавливают к дозированию на своей специализированной технологической линии. Сравнение состава оборудования линий показывает, что общее для них — это установка магнитной защиты для выделения металломагнитных примесей. Очистка от посторонних примесей просеиванием необходима для всех видов сырья, кроме

сырья, поступающего в гранулах. Зерно в большинстве случаев очищают в воздушно-ситовых сепараторах.

Для дробления зерна и гранул перед дробилками устанавливают накопительные бункера вместимостью, обеспечивающей непрерывную работу дробилок в течение 2...4 ч. На линиях дробления сходовых фракций сырья накопительные бункера не используют. Имеется определенная зависимость между числом одинаковых параллельных линий, их производительностью и вместимостью наддозаторных бункеров. Например, если установить число линий, равное числу компонентов в комбикорме, то вместимость наддозаторных бункеров может быть минимальной, так как в них поступать сырье будет постоянно.

Если же по одной линии подается на дозирование последовательно от трех до пяти компонентов, то вместимость бункеров следует рассчитывать такой, чтобы в них всегда был запас сырья. В противном случае дозаторы будут простаивать. По нормам проектирования принимают запас сырья в наддозаторных бункерах на 8 ч работы линии.

Для упрощения работы с трудносыпучими видами сырья стремятся производить их подготовку и получать предварительные смеси в цехах предварительного смешивания (ЦПС), пристроенного к складу, в котором хранят трудносыпучее сырье (рис. VII-3).

Трудносыпучее сырье, поступающее в мешках (мясо-костная, рыбная, травяная мука, дрожжи, премиксы и др.), и сырье минерального происхождения подготавливают на отдельных линиях, дозируют в многокомпонентных весовых дозаторах и смешивают в смесителях периодического действия. Готовую смесь направляют в производственный корпус.

5.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ

Примером применения технологии с отдельной подготовкой сырья и получения предварительной смеси в цехе ЦПС является типовой комбикормовый завод мощностью 315 т/сут (рис. VII-4). Сырье из складов силосного типа и смесь трудносыпучих видов сырья из ЦПС поступают в производственный корпус и направляются на соответствующие линии для их подготовки.

На линии зернового сырья для обеспечения необходимой крупности дробления предусмотрен контрольный рассев. На линии отделения пленок из овса и ячменя применено шелушение овса и ячменя в обочных машинах ЗН-10 с последующим отделением пленок в воздушном сепараторе (аспираторе) и измельчением ядра овса или ячменя в вальцовом станке и контролем крупности дробленого продукта в расसेве ЗРШ-1-4.

Прессованное и крупнокусковое сырье предварительно сортируют в просеивающей машине, сход с которой измельчают — сначала в дробилке С-218, а затем в молотковой дробилке.

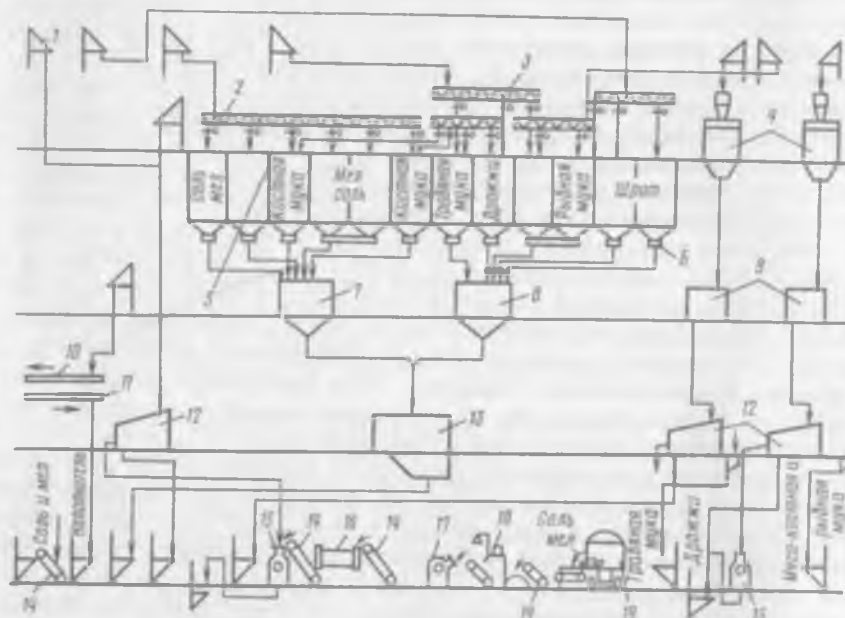


Рис. VII-3. Технологическая схема подготовки и дозирования трудносыпучих компонентов:

1 — нория; 2 — задвижки; 3 — шнеки; 4 — автоматические весы; 5 — наддозаторные бункера; 6 — питатели; 7, 8 — многокомпонентные весовые дозаторы; 9 — магнитная защита; 10, 11, 14 — конвейеры; 12 — сепараторы; 13 — смеситель; 15, 17 — молотковые дробилки; 16 — барабанная сушилка; 18 — платформенные весы; 19 — вагоноразгрузчик МГУ

В технологической схеме предусмотрены ввод премиксов, а также приготовление и ввод обогатительных смесей. Линия ввода мелассы и карбамида включает ввод мелассы в рассыпные комбикорма в установке Б6-ДАК при отпуске на автомобильный транспорт и в прессы ДГ-1 при гранулировании.

Мощность комбикормовых заводов с раздельной подготовкой сырья, при которой используют один узел дозирования — смешивания и один смеситель, составляет 600...630 т/сут. Если такую схему применить для заводов большей мощности, то придется установить два узла дозирования — смешивания и две группы наддозаторных бункеров. Обеспечить загрузку двойного числа бункеров с поэтапных линий подготовки сырья достаточно сложно.

Более прогрессивны комбикормовые заводы, включающие в свою технологию создание предварительных смесей, близких по физическим свойствам сырья, с дальнейшей их подготовкой для получения качественной готовой продукции. Эта технология предусматривает создание: предварительной смеси зерновых и гранулированных видов сырья, их очистку и измельчение до требуемой крупности; предварительных смесей труднораспыляемых компонентов; предварительной смеси высокобелковых видов сырья, труднораспыляемых компонентов и премиксов.

Создание предварительных смесей близких по физическим свойствам сырья позволяет сократить число транспортного оборудования, более эффективно эксплуатировать технологическое оборудование, требует небольшого числа наддозаторных бункеров малой вместимости основной линии дозирования — смешивания, так как они заполняются непрерывно, нет необходимости переключать подачу смесей на разные бункера.

Как показал производственный опыт, дробление смеси зерна с контрольным просеиванием продуктов измельчения имеет ряд преимуществ по сравнению с дроблением зерна отдельных культур. Так, производительность дробилок увеличивается до 30 %, нет необходимости заменять сита при смене культуры, уменьшается удельный расход электроэнергии. Впервые такая схема производства рассыпных комбикормов была применена при проектировании реконструкции Болшевского комбикормового завода. При реконструкции был учтен опыт подмосковных заводов по созданию технологии с применением предварительных смесей близких по физическим свойствам сырья.

Дальнейшее совершенствование технологии, применяющей создание предварительных смесей по физическим свойствам сырья, позволило создать заводы, использующие порционный принцип подготовки смесей. Близкое по физическим свойствам сырье дозируют, очищают от примесей, измельчают до требуемой крупности и направляют в смеситель основной линии дозирования — смешивания, минуя наддозаторные бункера и весовые дозаторы. Часть сырья может

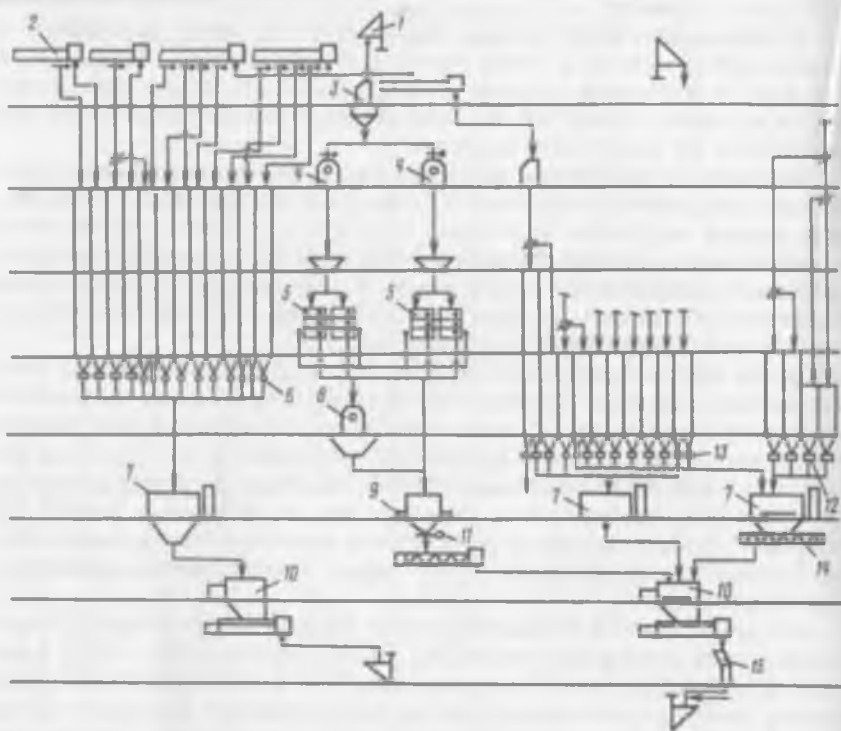


Рис. VII-5. Технологическая схема дозирования типового комбикормового завода мощностью 320 т/сут:

1 — нория; 2 — скребковый конвейер; 3 — электромагнитный separator А1-ДЭС; 4 — дробилка А1-ДДР; 5 — решета ЗРШ-4М; 6 — роторные питатели; 7 — дозаторы; 8 — дробилка А1-ДДМ; 9 — электроинтензиметрическое устройство; 10 — смесители; 11 — задвижка; 12 — шнековые питатели; 13 — шнековый разгрузитель; 14 — винтовой конвейер; 15 — магнитный separator

быть подготовлена отдельно и поступать на дозирование основной линии.

Наиболее эффективна такая технология на заводах с автоматической системой управления технологическим процессом. С использованием такой технологии разработаны типовые проекты комбикормовых заводов мощностью 1050 и 320 т/сут.

Проект завода мощностью 320 т/сут (рис. VII-5) имеет следующие особенности:

установлено высокопроизводительное оборудование на линиях приемки зернового и мучнистого сырья (производительностью 350 и 175 т/ч соответственно), а также шротов; перед оборудованием для очистки зернового и мучнистого сырья предусмотрены накопительные бункера для исключения простоя вагонов при разгрузке;

операции по растариванию и подаче сырья в производство запланированы в две смены;

в производственном корпусе размещены накопительные бункера для хранения запасов белкового сырья и травяной муки (на третью смену);

наддозаторные бункера оперативного корпуса специализированы по видам сырья для исключения возможности смешивания различных видов;

построение схемы технологического процесса делает ее приемлемой для внедрения АСУ ТП.

Для повышения оперативности подачи сырья на дозирование для зерна, гранул, шротов и мучнистого сырья предусмотрены самостоятельные транспортные линии. Причем зерно подают двумя параллельными линиями. Перед дозаторами установлено 12 бункеров общей вместимостью 403 т, что соответствует суточному запасу. Такая вместимость позволяет в процессе производства специализировать силосы по видам сырья, исключает возможность смешивания компонентов и упрощает автоматизацию загрузки. Наличие датчиков уровня позволяет контролировать заполнение бункеров.

На узле дозирования — смешивания установлены весовой дозатор АД-2000-2К и смеситель А9-ДГС-2,0. Из наддозаторных бункеров зерно, шрот, гранулы поступают на дозирование, смешивание и далее, пройдя магнитную защиту, дробятся в одной или двух дробилках А1-ДДР. Практика показала, что от промежуточного смесителя после дозатора можно отказаться. Для контроля крупности дробления в производственном корпусе установлено два рассева ЗРШ-4М, сход с которых направляют в дробилку А1-ДДП. Проход с рассевов и дробленые сходовые фракции продуктов попадают в смеситель через бункер, установленный на тензодатчиках.

Мучнистое сырье в зависимости от требований технологии поступает в дозаторы первой или второй группы дозирования. Это объясняется тем, что сырье может поступать в гранулированном виде, тогда оно подается по линии зерновых компонентов.

Подготовка кормовых продуктов пищевых производств, травяной муки, премиксов, хранящихся в таре, запроектирована на четырех технологических линиях с четырьмя местами растаривания в шкафах А1-БПУ. Работа предусмотрена в две смены.

Две технологические линии из четырех запроектированы на механическом транспорте: одна для премиксов, другая — для подготовки тонкодисперсных кормовых продуктов пищевых производств, таких, как рыбная и мясо-костная мука. После растаривания это сырье очищают в электромагнитном сепараторе А1-ДЭС и переоборудованной просеивающей машине А1-ДСМ (в настоящее время применяют А1-ДМП-20).

Для дробления крупных фракций при подготовке мясо-костной муки на линии установлена дробилка ДМ. Для тонкодисперсных

продуктов и сырья с небольшой объемной массой, таких, как сухое молоко, травяная мука, дрожжи, предусмотрены одна пневматическая и одна аэрозольная линии. Примеси на этих линиях контролируют в просеивающей машине и электромагнитном сепараторе А1-ДЭС.

Мел для подачи в производство растаривают из металлических контейнеров контейнероопрокидывателями и направляют в просеивающую машину А1-ДСМ. Крупные фракции мела после магнитного контроля дробят в дробилке ДМ.

Соль разгружают из контейнеров МК-1,5-2,0 и подают на дробление и сушку. Подготовка соли к дозированию, сушка, дробление приняты по схеме, разработанной на Шилутском комбинате хлебопродуктов Литовской ССР. От приемного патрубка дробилки к разгрузителю выведен продуктовод. Воздух в верхнюю зону дробилки поступает из калорифера. Соль из контейнеров норией подается в пневматический продуктопровод, откуда она поступает в дробилку. Таким образом, организован противоток: соль движется вниз, в дробилку, а горячий воздух — вверх, к разгрузителю. Температура горячего воздуха 135 °С, количество подаваемого воздуха — 5000 м³/ч. Подсушенные мелкие частицы уносятся воздухом в разгрузитель, а крупные частички подают в дробилку, дробятся и подаются через норию снова в продуктопровод. Происходит повторение цикла. Во избежание излишнего подсоса воздуха после норий и дробилок установлены противопыльные клапаны ЛВ-10.

Из разгрузителей соль направляют в наддозаторный бункер. Для дозирования и смешивания в проекте предусмотрено три многокомпонентных дозатора АД-2000-2К, 16ДК-1000, 5ДК-200 и смеситель А9-ДСГ-1,5, что обеспечивает необходимую точность дозирования компонентов, входящих в состав комбикормов в различных процентных соотношениях.

Для ввода метионина и лизина запроектирован узел предварительного дозирования с дозатором 6ДК-100 и смесителем А9-ДГС-0,1. Принятая схема дает возможность составлять смесь с содержанием одного из этих компонентов в небольшом количестве. Число и вместимость бункеров позволяют закрепить их за определенным видом сырья в процессе производства.

Для гранулирования рассыпного комбикорма или БВД в производственном корпусе запроектировано четыре установки ДГ. Гранулирование рассыпного комбикорма является продолжением технологического процесса. Гранулированную готовую продукцию после взвешивания направляют в силосы для хранения и отпуска.

В рассыпные комбикорма жир вводят в установке Б6-ДСЖ, меласса — в установке Б6-ДАБ. Оборудование для ввода жира и мелассы в гранулированные и рассыпные комбикорма установлено в производственном корпусе. Два накопительных бака вместимостью по 9 м³ размещены на первом этаже.

Проект комбикормового завода мощностью 1050 т/сут во многом аналогичен описанному выше. Отличается он компоновкой оборудования и его производительностью. Силосы над дозаторами для сырья, которое необходимо дробить, из-за больших нагрузок не могли быть расположены в производственном корпусе. Выполненные из железобетонных конструкций они размещены в отдельном корпусе, где находятся не только дозаторы, но и дробилки. Этот корпус получил название «оперативный». Часть силосов отведена для накопления сырья перед очисткой. Для производства комбикормов предназначены две параллельные линии. Поэтому при необходимости можно одновременно вырабатывать комбикорма по двум рецептам.

К упрощению технологического процесса производства комбикормов приводят дозирование всех видов сырья, требующих дробления, очистка и измельчение этой смеси. Очищенное от посторонних примесей зерновое сырье и сырье, поступающее в гранулах, дозируется в многокомпонентном весовом дозаторе. Порция смеси после отделения металломагнитных примесей измельчается в дробилках до требуемой крупности частиц и поступает в смеситель. Другие подготовленные виды сырья (отруби, белково-минеральное сырье) направляют для дозирования во второй многокомпонентный весовой дозатор. Эту смесь после отделения от нее металломагнитных примесей также направляют в смеситель. Затем рассыпной комбикорм можно подавать на отгрузку или на линию подготовки и ввода жидких компонентов, или на линию гранулирования.

Такая технология позволяет компактно разместить технологическое оборудование, иметь меньше технологических линий и транспортное оборудование. Однако единичная производительность установленного оборудования должна быть больше. Более высокие требования предъявляют к просеивающим машинам, так как они должны обеспечивать разделение на фракции различных видов сырья, а в сходовых фракциях этих машин не должно быть мучнистых компонентов. В противном случае возможно переизмельчение.

5. 4. ВЫБОР СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРЕМИКСОВ

Для выработки полноценного комбикорма необходимо обогатить его комплексом специальных добавок и физиологически активных веществ. Обогащение комбикормов биологически активными веществами позволяет снизить расход кормов на единицу привеса, лучше использовать питательные вещества корма и увеличить привесы. Развитие промышленности по производству препаратов биологически активных веществ создало возможность для широкого одновременного введения в комбикорма от трех до двадцати и более препаратов. Для их равномерного распределения по всей массе

комбикорма необходима предварительная смесь, названная премиксом.

При изготовлении премиксов первостепенное значение имеет правильная концентрация и хорошее распределение биологически активных веществ, входящих в премикс. Для этого предприятия по производству премиксов оборудуют точными весовыми дозаторами и современными смесителями. Премикс добавляют в комбикорма обычно в количестве 1 %. Он состоит в основном из двух групп исходного сырья: наполнителя (имеется в виду продукт, способный равномерно распределять и хорошо удерживать биологически активные вещества) и биологически активных веществ.

Обычно в премиксе доля биологически активных веществ составляет 2 %, реже до 8 %, когда вводят макрокомпоненты, а доли наполнителя 98...92 %. Наполнитель выбирают в зависимости от сочетания биологически активных веществ. Наполнитель не должен причинять вреда устойчивости активных веществ и физическим свойствам смеси. При выборе наполнителя обращают внимание на следующие факторы: крупность частиц, объемную массу, влажность рН (показатель концентрации водородных ионов), содержание жира и др. Наиболее часто применяют наполнители: отруби, дрожжи, шроты и измельченную пшеницу.

Премиксы по своему составу могут быть сложными и простыми, последние чаще всего называют обогатительными смесями. Наиболее эффективными являются сложные премиксы, изготовленные на специальных заводах и в цехах. Технология производства премиксов (рис. VII-6) предусматривает наличие следующих технологических линий: подготовки наполнителя; подготовки солей микроэлементов; микрокомпонентов; средних компонентов, макрокомпонентов; йодистого калия; холин-хлорида; дозирования — смешивания; затаривания продукции.

Линия подготовки наполнителя. Она предназначена для очистки наполнителя от посторонних и металломагнитных примесей, их сушки и измельчения. Наполнитель, обычно отруби, поступает из склада и с помощью норрии его направляют в просеивающую машину для отделения крупных примесей размером более 10 мм. Далее он может поступать в надсушильный бункер или, минуя его, в норрию. Влажность наполнителя должна быть не выше 10 %, если же в него будет вводиться холин-хлорид, то необходимо учитывать прирост влажности, и наполнитель должен иметь влажность 6...7 %. Высушенный до требуемой влажности в сушилке наполнитель с помощью норрии подают в магнитный сепаратор для отделения от него металломагнитных примесей и через наддробильный бункер — в молотковую дробилку, где измельчается до крупности частиц менее 1,2 мм.

Для контроля крупности наполнителя в просеивающей машине устанавливают сита с отверстиями размером $1,2 \times 1,2$ мм. Недоизмель-

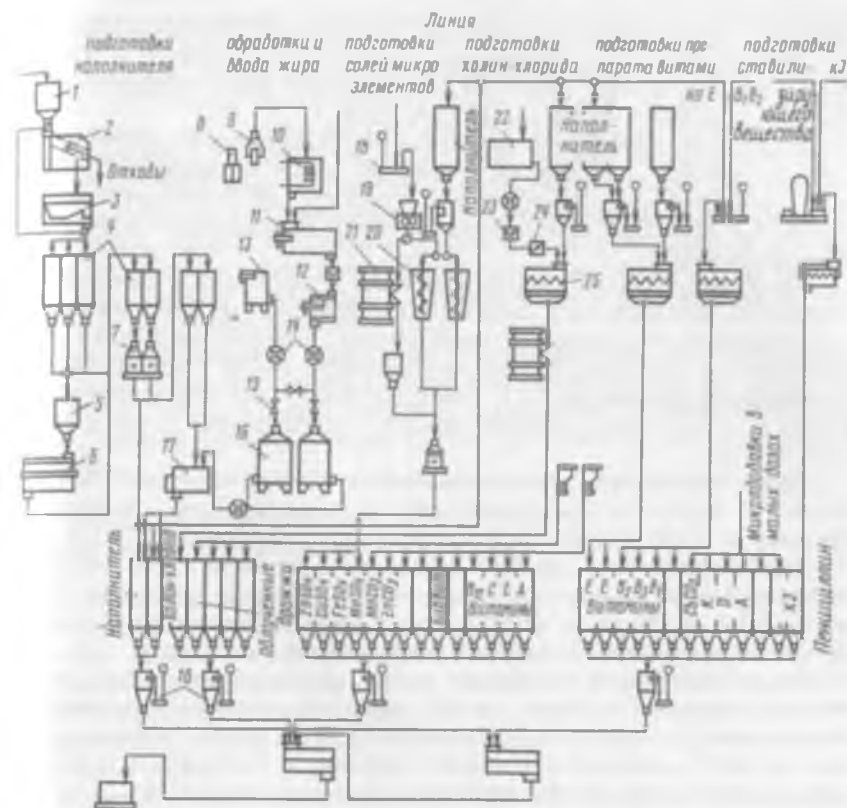


Рис. VII-6. Технологическая схема производства премиксов:

1 — приемный бункер; 2 — просеивающая машина; 3 — электромагнитный сепаратор; 4 — бункер; 5 — промежуточный бункер; 6, 21 — сушилки; 7 — дробилка; 8 — бочки для жира; 9 — подъемное устройство; 10 — раюгреватель; 11 — бункер; 12 — оперативный бункер; 13 — бункер для стабилизаторов; 14 — насос; 15 — переключатель; 16 — смеситель-эмульсификатор; 17 — смеситель для ввода жира; 18 — весы; 19 — валковая дробилка; 20 — вертикальный смеситель; 22 — накопительный бункер; 23 — фильтр; 24 — расходомер; 25 — смеситель

ченные частицы наполнителя (сход с сита) направляют на повторное измельчение.

Очищенный и измельченный до требуемой крупности наполнитель можно направлять на обработку жиром в смеситель или сразу же в распределительное устройство и в наддозаторные бункера. Наполнитель с жиром с помощью нории также подают в распределительное устройство и далее в бункера.

Линия подготовки солей микроэлементов. Если соли микроэлементов поступают в хорошосыпучей форме и необходимой крупности, их растаривают и направляют в наддозаторные бункера.

Соли микроэлементов, обладающие повышенной гигроскопичностью и слеживаемостью и требующие измельчения, подают в дозатор и с него в валковую дробилку. Далее могут быть применены два способа обработки солей микроэлементов.

По первому способу предварительно измельченный продукт поступает в сушилку для снятия излишней влаги и далее в молотковую дробилку для измельчения продукта до крупности частиц менее 1,2 мм. Подготовленный продукт направляется в наддозаторный бункер.

По второму способу предварительно измельченные соли микроэлементов направляются в один из смесителей. В этот же смеситель подается высушенный наполнитель, который предварительно дозируется в дозаторе из расчета получения смеси с солями микроэлементов в пропорции 1:1. Смесь из смесителя поступает в дробилку и далее измельченный продукт направляется в наддозаторные бункера.

Линия подготовки микрокомпонентов. Линия включает растаривание и подачу в наддозаторные бункера добавок, идущих в премикс в микродозах и не требующих измельчения и сушки.

Линия подготовки средних и макрокомпонентов. Она включает растаривание и подачу в наддозаторные бункера кормовых форм витаминов, ферментов, антибиотиков, лекарственных препаратов и других видов, не требующих предварительной подготовки.

Линия подготовки йодистого калия. Предназначена для стабилизации йодистого калия, чтобы предотвратить его разложение при контакте с солями микроэлементов. В качестве стабилизирующих веществ используют стеарат кальция в количестве 10 % или смесь тиосульфата и бикарбоната натрия в количестве 2 и 6 % от массы йодистого калия.

Линия подготовки йодистого калия включает взвешивание на весах йодистого калия и стабилизирующего вещества и смешивание смеси в смесителе периодического действия в течение 10 мин. Полученную смесь при необходимости измельчают и направляют в наддозаторные бункера.

Линия подготовки холин-хлорида. Его поставляют в виде 70 %-ного водного раствора. Он представляет собой сиропообразную жидкость. Холин-хлорид в премикс можно вводить, направляя его непосредственно в основной смеситель. По другому варианту построения технологии холин-хлорид вводят в накопитель с последующей сушкой смеси. В этом случае наполнитель дозируют и подают в смеситель. Холин-хлорид из накопительного резервуара поступает в бак и с помощью насоса подается в смеситель. На линии устанавливают фильтр для отделения твердых примесей и расходомер для учета количества холин-хлорида. Смесь из смесителя поступает в сушилку, где высушивается и подается в наддозаторные бункера для макрокомпонентов.

Линия дозирования — смешивания. Линия включает многокомпонентные весовые дозаторы различной грузоподъемности: для наполнителя, макрокомпонентов, средних компонентов и микрокомпонентов. На линии установлены смесители для предварительного смешивания микрокомпонентов с наполнителем и смеситель для окончательного смешивания, в который подают порции наполнителя, макрокомпонентов, средних компонентов и смесь со смесителя предварительного смешивания, а также может подаваться хлорид натрия. Линия дозирования — смешивания работает в автоматическом режиме. Для контроля за ведением процесса дозирования — смешивания желательны составлять циклограммы работы технологического оборудования линии.

Линия затаривания продукции. Предназначена для фасования премиксов в четырехслойные бумажные мешки массой по 20...25 кг. Все мешки должны иметь этикетку с указанием наименования премикса, номера рецепта, массы нетто, даты изготовления и сроков хранения.

§ 5. ВЫБОР СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ ДОБАВОК

Технология производства белково-витаминных добавок аналогична схеме производства комбикормов, и поэтому часто БВД выпускают наряду с основной продукцией комбикормовые заводы. Специализированные цеха по производству БВД должны иметь более производительные линии по подготовке высокобелковых и минеральных видов сырья и малой производительности линию зернового сырья.

В связи с этим строительство самостоятельных цехов распространения не получило. Для выпуска БВД на комбикормовых заводах увеличивается производительность линий белкового и сырья минерального происхождения. В зависимости от имеющихся запасов сырья определяют период работы завода для выпуска БВД. Обычно этот период не превышает сменное задание.

§ 6. ПОДБОР И РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ

Характеристика оборудования. На комбикормовых заводах применяют разное оборудование. Машины и механизмы по разгрузке железнодорожных вагонов, автомобилей, транспортное, зерноочистительное и весовое оборудование по номенклатуре аналогично тому, которое используют на элеваторах, мукомольных и крупяных заводах. На линиях подготовки сырья, дробления, дозирования — смешивания, гранулирования и ввода жидких компонентов устанавливают специализированное оборудование, которое не применяют на других предприятиях по хранению и переработке зерна.

При проектировании постоянно пользуются данными по оборудованию. Необходимо знать производительность и характеристику рабочих органов для размещения машин и механизмов, их основные размеры, площадь входных и выходных отверстий.

Для очистки зернового сырья от примесей, отличающихся от него шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами, применяют воздушно-ситовые сепараторы ЗСМ-100, ЗСМ-50, ЗСМ-20, сепаратор с круговым поступательным движением шкафного типа А1-ЗРШ-20. Для расчета принимают паспортную производительность сепараторов с понижающим коэффициентом 0,8. Для контроля крупности измельченных видов сырья и готовой продукции применяют просеивающую машину А1-ДСМ и ее модернизированный вариант, просеивающие машины А1-ДМК, А1-ДМП, рассевы шкафного типа ЗРШ-4М, ЗРШ-6М. Производительность этих машин зависит от требований к крупности готового продукта.

Для выделения металломагнитных примесей из сырья и готовой продукции устанавливают электромагнитный сепаратор А1-ДЭС производительностью на зерне 20 т/ч, на рассыпном комбикорме — 9...12 т/ч, магнитные колонки БКМЗ-7, БКМ4-5, БКМА2-500А, БКМ2-300А, БКМА2-15А, БКМАП2-3. Магнитные колонки подбирают, исходя из необходимой длины фронта магнитного поля (табл. VII-1).

**VII-1. Нормы длины фронта магнитного поля (см)
для магнитных заграждений при производстве
комбикормовой продукции**

Вид сырья или продукции	Место установки магнитных заграждений	Производительность линий, т/ч					
		5	10	15	20	30	50
Зерновое	После очистки перед измельчением	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0
Пленчатые культуры: овес, ячмень	После очистки перед шелушением	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0
Мучнистая и травяная мука	После очистки	0,3	0,6	0,9	1,2	1,8	3,0
Кормовые продукты пищевых производств	После просеивания перед измельчением	0,3	0,6	0,9	1,2	1,8	3,0
Гранулированное и прессованное сырье	Перед измельчением	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0
Минеральное	То же	0,3	0,6	0,9	1,2	1,8	3,0
Карбамидный концентрат	Перед измельчением зерна, перед экструдированием	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0
Продукция в рассыпном виде	После смешивания	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0
Продукция в гранулированном виде	Перед гранулированием	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	4,0

Для шелушения зерна пленчатых культур применяют машины А1-ЗШН-3, обоченные с наждачным цилиндром. Для измельчения сырья чаще всего используют однородные молотковые дробилки реверсивного типа А1-ДМР-6, А1-ДМР-12, А1-ДМР-20, А1-ДДР, А1-ДДП, ДМ, ДМ-440-У, реже вальцовые станки БВ-250×800 и БВ-250×1000. Для грубого измельчения кускового продукта, минерального сырья используют молотковые дробилки СМД-112, жмыхо-ломач А1-ДЖЛ.

В комбикорма вводят в дробленном виде практически все зерновые и зернобобовые культуры. Дробят также гранулированное, кусковое и имеющее крупные частицы комбикормовое сырье. Разнообразие сырья, обладающего разной размолоспособностью при доведении его частиц до требуемого размера, затрудняет расчет производительности молотковых дробил. Кроме того, на их производительность оказывает влияние влажность, начальная и конечная крупность частиц продукта. Паспортная производительность зерновых дробилок дается по переработке ячменя влажностью 13 %. Иногда дается производительность дробилки по основным видам зернового сырья и в зависимости от размера отверстий сита.

Для получения стандартного по крупности продукта в линии зернового сырья на многих заводах после дробилок стоят сепарирующие машины. В этом случае в рабочей камере молотковых дробилок устанавливают штампованное сито с отверстиями ϕ 5...6 мм, а в сепарирующей машине подбирают сита с отверстиями определенного размера. Для дозирования устанавливают автоматические многокомпонентные дозаторы 6ДК-100, 5ДК-200, 16ДК-1000, 10ДК-2500, двухдиапазонные АД-500-2К, АД-2000-2К, горизонтальные АД-3000-ГК. Производительность дозаторов в зависимости от их грузоподъемности и длительности цикла взвешивания может быть от 1 до 36 т/ч. Компоненты из бункеров подаются двухскоростными шнековыми или роторными питателями. Причем в зависимости от производительности применяют различные шнековые питатели. Питатели малой длины и для компонентов с небольшим содержанием в смеси целесообразно устанавливать не горизонтально, а с уклоном вверх на 8...10° в сторону выпускного отверстия. Для комбикормового производства применяют горизонтальные смесители периодического действия производительностью 1...36 т/ч: А9-ДСГ-0,1; А9-ДСГ-0,2; А9-ДСГ-0,5; А9-ДСГ-1,5; А9-ДСГ-2,0; А9-ДСГ-3,0; СГК-2,5М; СГК-1.

Для ввода жидких компонентов используют агрегаты Б6-ДАБ для мелассирования комбикормов производительностью 30 т/ч, установки для ввода жира Б6-ДСЖ в рассыпные комбикорма производительностью 10 т/ч. В состав агрегатов для ввода мелассы входят подогреватель мелассы, мелассосмеситель, насос, фильтры и необходимая арматура. В состав установки Б6-ДСЖ входят смеситель, баки расходный и накопительный, насосная установка с

фильтрами, жиroleвuwшкa, жиротопкa, электроталь с захватным устройством и необходимая арматура.

Для гранулирования рассыпных комбикормов применяют установки ДГ, Б6-ДГВ, Б6-ДГЕ. В комплект входят гранулятор, охладитель, измельчитель, сепаратор, вентилятор, пульт управления с электрооборудованием, трубопроводы с арматурой для пара и жидких компонентов. Производительность гранулятора в основном зависит от диаметра отверстий (фильтры) в матрице. Обычно за расчетную принимают производительность пресса-гранулятора при установке матрицы с отверстиями ϕ 4,7 мм.

Для растаривания тканевых и бумажных мешков используют пылеуловители А1-БПУ. Пылеуловитель обеспечивает нормальное санитарное состояние помещения в результате создания вакуума над приемной решеткой.

Для упаковки готовой рассыпной продукции применяют весовой полуавтоматический дозатор ДВК-50П в комплекте с мешкозашивочной машиной ЗЗЕ-М, которую в настоящее время заменяют на К4-БУА.

Подбор и расчет оборудования. Для расчета производительности оборудования технологических линий необходимо знать мощность завода, максимальное количество сырья (табл. VII-2), направляемое на данную технологическую линию (в процентах от суточной производительности завода), коэффициент использования оборудования и время его работы.

VII-2. Расчетное количество перерабатываемого сырья, а, %

Сырье	Для производства	
	комбикормов	БВД
Зерновое	80	30
Мучнистое	40	20
Кормовые продукты пищевых производств, травяная мука	30	30
Шроты	20	40
Минерального происхождения	5	12
Жидкое	5	—
Премиксы	1	—

Производительность оборудования q (т/ч) технологической линии определяют по формуле

$$q = \frac{Qa}{t_{\text{л}} \cdot 100k}, \quad (\text{VII-1})$$

где Q — мощность завода, т/сут; a — расчетное количество перерабатываемого сырья, %; $t_{\text{л}}$ — время работы линии, ч; k — коэффициент использования оборудования (для дозирования 0,9, для дробления 0,7 и для гранулирования 0,8; для остального оборудования 1,0).

Потребное число оборудования находят по формуле

$$n_{\text{н}} = q/q_{\text{м}},$$

где $q_{\text{м}}$ — производительность подбираемого оборудования на данной линии, т/ч.

Проверить фактическое использование $n_{\text{м ср}}$ производительности принятой машины можно по формуле

$$n_{\text{м ф}} = q/q_{\text{м}} \cdot 100. \quad (\text{VII-2})$$

По приведенной формуле находят потребное число машин.

На линии зернового сырья до подачи его в наддозаторные бункера главные операции — это очистка и дробление.

Расчет и подбор оборудования для зерновой линии комбикормового завода мощностью 500 т/сут приведен ниже.

Производительность сепаратора рассчитывают по формуле (VII-1)

$$q = \frac{500 \cdot 80}{24 - 100} = 16,6 \text{ т/ч},$$

где $Q = 500$ т/сут, $a = 80\%$ (по табл. VII-2); $t_{\text{л}} = 24$ ч; $k = 1$.

Выбираем сепаратор ЗСМ-20 производительностью 20 т/ч.

Фактическое использование производительности сепаратора находят по формуле (VII-7)

$$n_{\text{м ф}} = \frac{16,6}{20} \cdot 100 = 83 \%,$$

где $q = 16,6$ т/ч; $q_{\text{м}} = 20$ т/ч.

Для очистки зерна от металломагнитных примесей используют магнитные колонки или электромагнитные сепараторы. Металлические примеси опасны не только для животных, но и отрицательно сказываются на сроке службы оборудования — сит, дробилок, просеивающих машин, матриц грануляторов. Попадание металла в оборудование может вызвать искру и загорание продукта или пыли и привести к взрыву. Магнитные колонки подбирают по длине магнитного поля.

Например, для линии зернового сырья производительностью 16,6 т/ч длина магнитной линии должна быть 1,6 м (см. табл. VII-1). Такая длина близка длине магнитной линии магнитной колонки для зерна БКМЗ-7, у которой она равна 2,1 м.

Производительность дробилок в соответствии с формулой (VII-1) должна быть не менее

$$q = \frac{50 \cdot 80}{24 \cdot 100 \cdot 0,7} = 23,8 \text{ т/ч},$$

где $k = 0,7$.

Здесь возможны два варианта подбора дробилок. Можно установить две дробилки А1-ДДР (или А1-ДМР-12) производительностью 10 т/ч каждая и одну дробилку А1-ДДП (или А1-ДМР-6) произ-

водительностью 5 т/ч или установить три одинаковые дробилки А1-ДДР (А1-ДМ-12). Фактическое использование производительности дробилок определяют по формуле (VII-2)

в первом варианте

$$n_{\text{ф}} = \frac{23,8}{25} 100 = 95,2 \%$$

во втором варианте

$$n_{\text{ф}} = \frac{23,8}{30} 100 = 79,2 \%$$

К линии зернового сырья относится линия шелушения пленчатых культур (отделения пленок овса и ячменя). Количество перерабатываемого сырья a для этой линии нормами не установлено. Линия работает автономно, т. е. полученный шелушенный или измельченный продукт направляют не на дозирование, а в накопительные бункера. По этой причине коэффициент использования оборудования в отличие от коэффициента дробления принимают равным 1.

При заданном количестве перерабатываемого сырья a расчет производительности оборудования производят по формуле

$$q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{ш}}}{24 \cdot 100e}, \quad (\text{VII-3})$$

где e — выход шелушеного ядра или мучки.

Для линии отделения пленок от овса и ячменя предусмотрены два варианта схем: шелушения овса и ячменя в специальных шелушильных машинах или измельчение с последующим отвеиванием пленок. Выход ядра овса по первому варианту не менее 55 %, ячменя — 80 %. По второму варианту выход мучки составляет по овсу 61 %, а по ячменю 86 %.

Как правило, на линии шелушения устанавливают минимальное число технологического оборудования и по его производительности определяют производительность всей линии. Время работы зависит от количества мучки, необходимой при выпуске соответствующих рецептов для молодняка. В первом варианте по производительности линии и паспортной характеристике оборудования определяют число устанавливаемых машин.

При выборе второго варианта схемы применяют вальцовый станок и рассев. Производительность вальцового станка определяют по длине вальцовой линии L (см)

$$L = \frac{100Q}{q_{\text{в.ст}}}$$

где $q_{\text{в.ст}}$ — техническая норма нагрузки на 1 см длины вальцовой линии, кг/сут; $q_{\text{в.ст}} = 750 \dots 850$ кг/(см · сут).

При установке вальцового станка 3М-25 × 80 производительность дробления составит около 2,5 т/ч.

Производительность рассева находят по просеивающей поверхности F (м^2)

$$F = \frac{1000Q}{q_p},$$

где q_p — техническая нагрузка на 1 м^2 поверхности рассева, кг/сут.

Нагрузку на $\frac{1}{2}$ рассева ЗРШ-4М можно принять равной 4600...5500 $\text{кг}/(\text{см}^2 \cdot \text{сут})$, что соответствует производительности 3,3...3,9 т/ч.

Установив на линии шелушения пленчатых культур один вальцовый станок ЗМ-25 $\times 80$ и один рассев ЗРШ-4М, получают производительность линии около 2,5 т/ч. или 60 т/сут.

Определение производительности оборудования других подготовительных линий с помощью формулы (VII-1) сложности не представляет. Если на этих линиях требуется установить дробилку для измельчения крупных фракций (сходовых фракций), то ее производительность находят в зависимости от содержания таких фракций. Например, производительность линии шротов для завода мощностью 600 т/сут по формуле (VII-1) составляет

$$q = \frac{600 \cdot 20}{24 \cdot 100 \cdot 1} = 5 \text{ т/ч.}$$

В соответствии с заданием содержание крупных фракций должно быть 40 %. Следовательно, производительность дробилки будет $5 \times 0,4 = 2 \text{ т/ч.}$

Линия дозирования — смешивания завершает процесс производства рассыпных комбикормов.

Производительность главной линии дозирования — смешивания рассчитывают по вместимости смесителя $E_{\text{см}}$ (т), которую определяют по формуле

$$E_{\text{см}} = \frac{Q}{t_{\text{кл}}},$$

где Q — мощность завода, т/сут. ; $t_{\text{л}}$ — время работы линии дозирования — смешивания, ч. ; k — коэффициент использования оборудования, $k = 0,9$; n — число циклов в час, $n = 10$.

При установке двух и трех дозаторов нужно учитывать, что сумма наибольшего предела взвешивания должна быть больше вместимости смесителя. Это вызвано тем, что в каждом дозаторе дозируют определенные компоненты и их общее количество в различных комбикормах разное. Обычно дозаторы не заполняют до максимального предела взвешивания.

При проектировании линии дозирования — смешивания время одного цикла дозирования принимают 6 мин. Оно складывается из времени заполнения смесителя $t_{\text{зсм}}$, смешивания $t_{\text{смеш}}$ и разгрузки смесителя $t_{\text{рсм}}$:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зсм}} + t_{\text{смеш}} + t_{\text{рсм}},$$

где $t_{\text{з,см}}$ и $t_{\text{м ср}} = 1$ мин, $t_{\text{смеш}} = 4$ мин; следовательно, $t_{\text{ц}} = 1 + 1 + 4 = 6$ мин.

В течение 1 мин смеситель любой вместимости смешивает десять сдозированных порций (совершает десять циклов). Таким образом, производительность смесителя равна его вместимости, умноженной на число циклов:

$$q_{\text{см}} = E n_{\text{ц}}.$$

Например, если вместимость смесителя 2,5 т (СГК-2,5), то при десяти циклах его производительность равна 25 т/ч.

Практически суммарное время заполнения смесителей и разгрузка (опорожнение) не превышает 1 мин. Поэтому общий цикл смесителя равен 5 мин. Это время соответствует паспортным данным работы многокомпонентных дозаторов, т. е. суммарному времени заполнения и опорожнения.

Многокомпонентные весовые дозаторы подбирают, исходя из следующих условий: количество любого компонента должно быть не меньше минимально допустимой взвешиваемой порции дозатора. Однако первая порция должна быть больше минимальной (табл. VII-3); масса суммы компонентов, направляемых в дозатор, не должна быть больше его предела взвешивания; компоненты с малым процентным содержанием в комбикорме следует направлять в дозаторы с меньшим пределом взвешивания, так как у них небольшая погрешность дозирования.

VII-3. Показатели минимальной и первой порции весовых дозаторов

Порции, кг	6ДК-100	5ДК-200	6ДК-500	16ДК-1000	10ДК-2500
Минимальная	2,5	5	12,5	25	62,5
Первая	10	10	25	100	125

Исходя из этих условий разработана методика подбора дозаторов при дозировании всех компонентов на одном узле. Для подбора дозаторов используют таблицу VII-4, в которой содержатся следующие данные.

В графе 2 приведена масса порции одного цикла в соответствии с вместимостью смесителей. В графах 3...5 указана максимально возможная масса компонентов, вводимых в комбикорма. Эти данные получены в результате анализа рецептов для определения числа и вместимости выбираемых дозаторов с небольшим пределом взвешивания.

В графах 6...11 приведены допускаемые погрешности дозирования в процентах и килограммах для различных групп компонентов в зависимости от их процентного содержания в рецептах. Выбрано шесть групп и предложены для них допускаемые погреш-

ности. Указанные погрешности (%) относятся к массе порции, набираемой в смесителе, а не к массе одного компонента. Допускаемые погрешности выбраны из условий, чтобы каждый компонент дозировался с погрешностью не более $\pm 2...5\%$. Практически при установке трех дозаторов для подавляющего числа рецептов дозирование будет еще точнее. В графах 12...16, где указаны основные характеристики многокомпонентных дозаторов, заштрихованные дозы показывают, какие группы компонентов в каких дозаторах можно дозировать. Эти зоны получены путем сравнения допускаемой погрешности и группы компонентов (графы 6...11) с заводскими данными погрешности дозирования дозаторов (графы 12...16).

Дозаторы подбирают следующим образом. Например, масса смешиваемой порции компонентов составляет 1500 кг. В графах 3 и 6 указано, что суммарная масса компонентов, вводимых в количестве до 1%, не превышает 30 кг, а допускаемая погрешность дозирования составляет 0,375 кг ($1500 \cdot 0,025 : 100 = 0,375$).

Такую точность обеспечивают только дозаторы 6ДК-100, что изображено вертикальной штриховкой в графе 12. Заштрихована часть прямоугольника, так как во второй половине предела взвешивания погрешность выше (максимальная $\pm 0,5$ кг). Половина предела взвешивания дозатора составляет 50 кг, т. е. больше, чем масса порции компонентов (30 кг).

Компоненты, содержащиеся в рецептах в количестве до 2 и 3% (графы 4 и 5), можно дозировать с погрешностью соответственно не более 1,27 и 1,5 кг (графы 7 и 8). По данным дозаторов (графы 12...16) видно, что меньшую погрешность имеют дозаторы 6ДК-100, 5ДК-200 и 5ДК-500 при взвешивании в первой половине предела взвешивания (изображено горизонтальной штриховкой в графах 12, 13 и 14).

Компоненты с большим процентным содержанием (графы 9, 10, 11) можно дозировать в дозаторе 16ДК-1000 (графа 15). Компоненты четвертой группы (графа 9) с допускаемой погрешностью $\pm 3,75$ кг в первой половине предела взвешивания дозатора.

Компоненты, вводимые в количестве до 3%, можно дозировать в трех дозаторах с пределом взвешивания 100, 200 и 500 кг. Выбираем дозатор 5ДК-500, так как только в этом случае сумма предела взвешивания дозаторов будет больше массы порции: ($100 + 500 + 1000 = 1600$).

Предложенная методика может быть применена для различных узлов дозирования. Следует только для выбранной порции изменить суммарную массу компонентов и внести их в графы 3, 4, 5.

В зависимости от массы порции рекомендовано следующее оборудование (табл. VII-5).

Производительность линии дозирования — смешивания можно определить, построив циклограмму. Расчет технологической линии или группы оборудования с помощью циклограмм обеспечивает

VII-5. Оборудование для линии дозирования — смешивания

Производительность линии, т/ч	Масса порции одного цикла, кг	Смеситель	Дозатор
5	500	A9-ДСГ-0,5	6ДК-100; 5ДК-500
10	1000	СГК-1	6ДК-100; 6ДК-100; 16ДК-1000
15	1500	A9-ДСГ-1,5	6ДК-100; 5ДК-500; 16ДК-1000
25	2500	СГК-2,5	6ДК-100; 5ДК-500; 10ДК-2500

не только наглядность (иллюстрацию), а главное, объективно отражает взаимосвязь последовательно или параллельно работающих машин и механизмов.

Кроме этого, применение метода построения циклограмм для расчета линии комбикормового завода позволяет определить время работы оборудования под нагрузкой и без нее, необходимость в бункерах и их вместимость, начало и окончание их загрузки, целесообразность установки задвижек, клапанов, датчиков и т. д. Циклограммы облегчают разработку заданий на электроблокировку приводов оборудования и автоматизацию процесса. Часто циклограммы используют для получения математических зависимостей технологического процесса.

Циклограмма работы дозатора с одним смесителем показана на рисунке VII-7. Время загрузки дозатора и его опорожнения равно 5 мин, что соответствует паспортным данным. Как видно из циклограммы, первый цикл начинается с заполнения дозаторов. В период заполнения (4 мин 30 с) смеситель не загружен, его загрузка начинается в период разгрузки одновременно всех дозаторов. Два дозатора, которые заполнились раньше, ожидают заполнения третьего дозатора.

Время разгрузки дозаторов и загрузки смесителя равно 30 с, время смешивания — 4 мин, а разгрузки смесителя — 30 с. Поэтому первый цикл, в течение которого получают дозированную и смешанную порцию, равен 9 мин 30 с (4 мин 30 с + 30 с + 4 мин + 30 с).

Пока происходили смешивание порции и ее выпуск из смесителя (4 мин 30 с) дозатор заполнился и может разгружаться, так как смеситель свободен. Время второго и всех последующих циклов составляет 5 мин. Следовательно, при расчете производительности линии дозирования — смешивания следует учитывать, что число циклов в час равно 12 ($60 : 5 = 12$).

На время циклов число установленных дозаторов не влияет, так как каждый из них освобождается не более чем через 5 мин. Некоторое увеличение цикла возможно, если между дозатором и

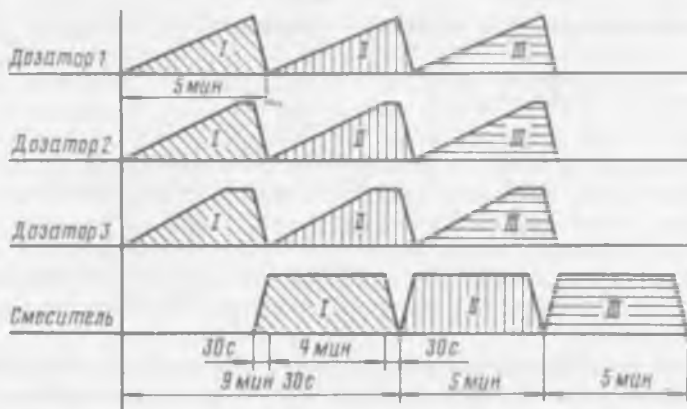


Рис. VII-7. Циклограмма работы многокомпонентных весовых дозаторов с одним смесителем

смесителем установлено транспортное оборудование. В этом случае время заполнения смесителя увеличится на время транспортирования. На практике дозаторы заполняются за меньшее время, чем 4 мин 30 с, но время смешивания (4 мин) и разгрузки (30 с) остается постоянным. Поэтому дозаторы, набрав порцию, не получают разрешения на разгрузку.

На рисунке VII-8, вариант 1 в зависимости от времени заполнения дозатора показано время его простоя. Если установить второй смеситель, то можно исключить простой дозаторов и тем самым увеличить производительность линии дозирования — смешивания.

Два смесителя можно установить последовательно или параллельно и в зависимости от времени заполнения дозаторов получить различное увеличение производительности.

В варианте 2 циклограммы показано, как можно использовать это время при размещении двух смесителей последовательно (одного за другим). Дозаторы заполняются и разгружаются за 4 мин 30 с. Первый смеситель смешивает порции 2 мин, но с учетом времени на разгрузку всего на пропуск порции требуется 3 мин. Передав порцию на второй смеситель, он готов принять вторую порцию. Однако дозатор еще не набрал вторую порцию (II), поэтому смеситель 1 мин 30 с (1,5 мин) работает без продукта. Вторая порция также проходит через смеситель за 3 мин, а дозатор за это время еще не успел набрать третью порцию, поэтому смеситель опять 1 мин 30 с (1,5 мин) «ожидает».

При параллельной установке смесителей (вариант 3) каждая порция смешивается в одном смесителе 4 мин. Как видно на циклограмме, вторую (II) порцию нельзя было загружать в первый

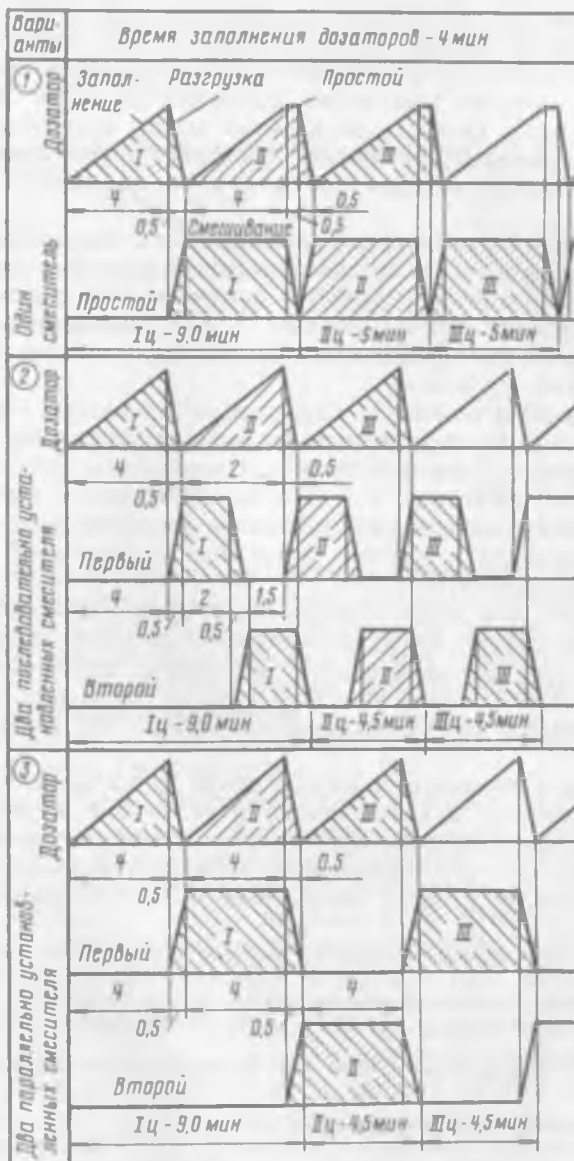


Рис. VII-8. Циклограмма работы узла дозирования — смешивания — время заполнения дозаторов 4 мин

смеситель, так как он занят разгрузкой (см. рис. VII-8) или смешиванием первой порции. Поэтому вторая порция направляется во второй смеситель, а третья порция — соответственно в первый. Так порции из дозаторов поочередно разгружаются то в один, то в другой смеситель. Разность во времени между выпусками порций из первого и второго смесителей определяет время второго и последующих циклов, которые соответственно равны 4,5, а первые циклы — 9.

Из приведенных циклограмм можно сделать следующие выводы. При установке одного смесителя производительностью линии дозирования — смешивания определяется циклом работы смесителя и не зависит от времени работы дозатора, т. е. с сокращением времени заполнения дозаторов производительность линии дозирования — смешивания не увеличивается.

При последовательной и параллельной установке смесителей производительность линии зависит от времени заполнения дозаторов и увеличивается в соответствии с сокращением этого времени (см. рис. VII-8, варианты 2, 3). Последовательная и параллельная установка смесителей позволяет одинаково увеличить производительность при сокращении времени заполнения дозаторов с 5 до 2 мин (см. рис. VII-8, варианты 2, 3).

Если время заполнения дозатора равно 2 мин, то при параллельной установке смесителей производительность линии увеличивается больше, чем при последовательной. Заполнение многокомпонентных весовых дозаторов менее чем за 2 мин не приводит к дальнейшему увеличению производительности линии, так как смесители заняты.

Для расчета производительности линии дозирования — смешивания при установке двух смесителей и различном времени заполнения дозаторов можно вывести коэффициенты увеличения производительности. За этот коэффициент принято отношение числа сокращенных циклов в час к паспортному числу циклов (12 циклов в час).

Пример. При времени заполнения дозаторов 4 мин и двух смесителях (варианты 2, 3 см. рис. VII-8) число циклов будет $60/4,5 = 13,3$ цикла в час. В этом случае коэффициент увеличения производительности по сравнению с паспортной величиной (12 циклов в час) $K = 13,3/12 = 1,1$. Значения коэффициентов K_y сведены в таблицу VII-6.

При массе порции, равной 1000 кг, производительность линии составит $12 \cdot 1,1 = 13,2$ т/ч.

VII-6. Коэффициенты увеличения производительности

Вариант установки смесителей	Время заполнения дозаторов, мин			
	5	4	3	2
Последовательный	1,0	1,1	1,42	1,66
Параллельный	1,0	1,1	1,42	2,00

Фактическая производительность линии дозирования — смешивания при установке двух смесителей в зависимости от коэффициента K , приведена в таблице VII-7.

VII-7. Производительность линии дозирования — смешивания

Марка	Вместимость смесителя, т	K				
		1,00	1,11	1,42	1,66	2,0
A9-ДСГ-0,1	0,1	1,2	1,3	1,7	1,9	2,4
A9-ДСГ-0,2	0,2	2,4	2,6	3,4	3,9	4,8
A9-ДСГ-0,5	0,5	6,0	6,6	8,5	9,9	12,0
СКГ	1,0	12,0	13,3	17,0	19,9	24,0
A9-ДСГ-1,5	1,5	18,0	19,9	25,5	29,8	36,0
A9-ДСГ-2,0	2,0	24,0	26,6	34,0	39,8	48,0
СКГ-2,5М	2,5	30,0	33,3	42,6	49,8	60,0
A9-ДСГ-3,0	3,0	36,0	39,9	51,1	59,7	72,0

На основании циклограмм можно определить производительность оборудования и вместимость оперативных бункеров, учитывая вынужденную работу оборудования на холостом ходу при переходе рецепта или обрабатываемого сырья. Однако технологические линии, работающие в циклическом режиме, имеют определенные отличия от линий, работающих непрерывно.

Для примера сравним линии зернового сырья типовых заводов мощностью 315 и 320 т/сут.

На заводе мощностью 315 т/сут в состав линии зернового сырья входит следующее оборудование и бункера: сепаратор, магнитная защита, распределительные конвейеры под бункерами, наддробильные бункера, дробилки и транспортное оборудование для подачи дробленого зерна в наддозаторные бункера. Для обеспечения непрерывной работы дробилок необходимо иметь запас зерна в бункере на 2...4 ч работы.

На заводе мощностью 320 т/сут дробилки установлены после дозаторов и работают циклично, т. е. каждая порция дробится отдельно и имеется определенный промежуток времени, названный «холостым». Перед дробилками установлен бункер вместимостью только на одну порцию. Циклично работает и все другое оборудование линии. При переходе с выпуска одного рецепта на другой каждый первый цикл по времени более длительный, чем последующие.

Объективную оценку времени работы оборудования под нагрузкой и без нее, оценку колебаний нагрузки, оптимальную вместимость промежуточных бункеров и их число можно получить построением циклограмм работы линии.

Правильный подход к построению схемы технологического процесса и к ее графическому изображению имеет большое значение как на начальной стадии проектирования, так и для законченного проекта. Практика проектирования подтверждает преимущество построения схемы с учетом этажности здания в сравнении со схемой, на которой не обозначены этажи сооружения. Использование такой схемы помогает решать главную задачу — оптимальный выбор объемно-планировочных решений технологической части проекта. При расположении оборудования технологической линии следует стремиться к минимальному числу дополнительного горизонтального и вертикального транспорта.

На рисунках VII-9 и VII-10 приведены схемы пяти- и восьми-этажных зданий производственного корпуса. На схемах показаны линии зернового сырья, дозирования и гранулирования.

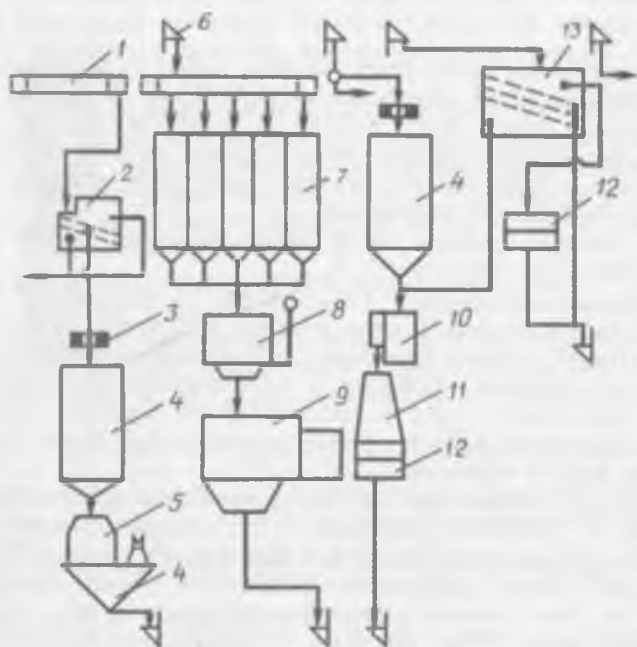


Рис. VII-9. Вариант построения технологической схемы для пяти-этажного здания:

1 — конвейер; 2, 13 — сепараторы; 3 — магнитная защита; 4 — бункера; 5 — дробилка; 6 — горня; 7 — наддозаторные бункера; 8 — многокомпонентный весовой дозатор; 9 — смесители; 10 — пресс-гранулятор; 11 — охлаждающая колонка; 12 — измельчители

Из рисунков видно, что при восьми этажах можно установить бункера большей вместимости на двух этажах вместо одного. Бункер над сепаратором в пятиэтажном здании не монтируют, чтобы его установить, необходим дополнительный подъем зерна на дробилки. В восьмиэтажном здании дробилку устанавливают на втором этаже, в пятиэтажном — на площадке первого этажа. Оборудование линии гранулирования в пятиэтажном здании можно разместить, но в этом случае требуется дополнительный подъем сырья. Однако гранулятор монтируют на одном этаже с весовым дозатором, и возможная вибрация перекрытия будет передаваться на весовой механизм. Из этого можно сделать вывод, что в восьмиэтажном здании оборудование и бункера располагаются более рационально.

Позэтажные схемы облегчают определение высоты этажей. Например, охладитель с измельчителем не устанавливают на этаже высотой 4,8 м. Если дробилку смонтировать на площадке, то нужны проходы под площадкой и на ней высотой 2,2 м. Следовательно, общая высота этажа 4,8 м недостаточна, так как общая сумма высот для проходов и строительная часть площадки и балок превышает 4,8 м.

Для определения высоты некоторых этажей требуется вычертить оборудование. Например, чтобы узнать, достаточно ли высоты 4,8 м для этажа, где размещают дозатор с питателями (пятиэтажное здание), необходимо начертить воронки бункеров, все питатели и дозатор.

На схеме с позэтажной компоновкой оборудования можно определить все коммуникации, чем вызваны дополнительные подъемы, можно ли их сократить и тому подобное. При наличии позэтажной схемы легче сравнить различные варианты технологических схем завода одной и той же производительности.

Построение позэтажной технологической схемы производства комбикормов, БВД, премиксов и других видов готовой продукции

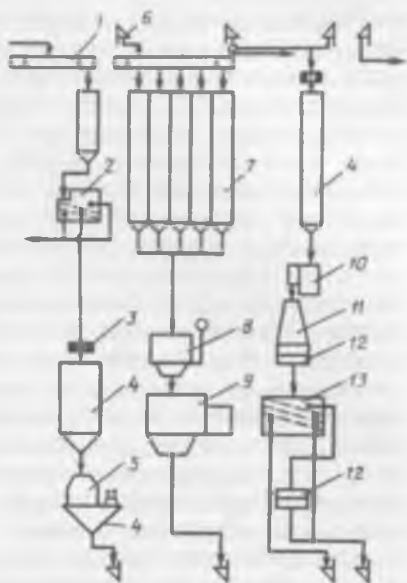


Рис. VII-10. Вариант построения технологической схемы для восьмиэтажного здания:

1 — конвейер; 2, 13 — сепараторы; 3 — магнитный сепаратор; 4 — бункера; 5 — дробилка; 6 — нория; 7 — наддозаторные бункера; 8 — многокомпонентный весовой дозатор; 9 — смеситель; 10 — пресс; 11 — охладитель; 12 — измельчитель

или предварительных смесей имеет ряд преимуществ, так как за более короткий срок позволяет выбрать оптимальный вариант схемы; рационально выбрать место расположения оборудования по этажам; определить высоты этажей и площадь здания.

Компоновку оборудования в производственном корпусе выполняют в соответствии с разработанной поэтажной схемой технологического процесса. Прежде чем начинать компоновку технологического и транспортного оборудования, необходимо выделить помещения для размещения кондиционеров, теплового пункта, электрощитовых, диспетчерской. Все выделенные помещения должны быть непосредственно связаны с лестничной клеткой через коридор или тамбур. На следующем этапе надо решить, в каких осях нужно размещать оборудование технологических линий.

Оборудование линий подготовки сырья необходимо располагать до наддозаторных бункеров; линий ввода жидких компонентов, гранулирования, затаривания — после бункеров. Затем на планах и разрезах вычерчивают наддозаторные бункера, поскольку они занимают значительный объем помещения, и производят предварительную расстановку весовых дозаторов и смесителей.

Наддозаторные бункера и одиночные бункера (над дробилками, прессами) можно выполнять прямоугольного и круглого сечения. Последние лучше для истечения продукта, но, размещаемые в блоке, они занимают больший объем здания, чем прямоугольные бункера той же вместимости. Поэтому бункера круглого сечения лучше использовать для трудносыпучих компонентов, а для зернового сырья, гранул можно применять бункера прямоугольного сечения.

Размещать оборудование подготовительных технологических линий следует начинать с тех, которые имеют большее число единиц оборудования или оборудование больших габаритов.

Поскольку больше оборудования на линии подготовки зернового сырья, рекомендуется начинать компоновку с этой линии, следует рассмотреть возможность использования для очистки зерна сепараторов, установленных в рабочей башне элеватора. К значительному сокращению транспортного оборудования, уменьшению необходимой площадки для размещения технологического оборудования и оперативных бункеров в производственном корпусе приводит создание в корпусах силосного типа смесей зернового и гранулированного сырья. Если зерноочистительное оборудование размещается в производственном корпусе, то необходимо предусмотреть на этом же этапе место для установки аспирационного оборудования, обслуживающего сепараторы.

В зависимости от технологической схемы над дробилками устанавливают один бункер или группу бункеров. Наметив расположение их и дробилок на планах этажей, обязательно нужно проверить по размерам, имеются ли необходимые углы наклона самотечных труб над дробилкой, так как взрывоопасные камеры

над дробилкой имеют большие габариты. Если из-под дробилок продукт перемещается механическим транспортом, то под ними устанавливают бункера, основная цель которых обеспечить аспирацию дробилок. Чтобы воздухопровод не мешал обслуживанию, находящийся под дробилками бункер должен быть в плане больше корпуса дробилки.

Аналогично вычерчивают другие подготовительные линии, размещающая оборудование согласно схеме одно под другим. Нории для подъема лучше устанавливать около стен или на краю пролета вдоль колонн.

Многоэтажное здание позволяет размещать оборудование каждой линии без дополнительного горизонтального транспорта — конвейеров, шнеков. Поэтому правильность компоновки можно оценить по числу конвейеров и шнеков. Однако в ряде случаев такой транспорт нужен, например, при заборе продукта из групп машин (из дробилок) и подаче на группу машин (в presses), бункера. Применение конвейеров под бункерами смесителей позволяет исключить цикличность и неравномерность загрузки норий. При компоновке питателей и многокомпонентных весовых дозаторов необходимо в разрезах вычертить варианты размещения этого оборудования, что дает возможность определить требуемую высоту этажа.

На линии гранулирования устанавливают presses, охладитель и измельчитель, которые должны размещаться строго друг под другом. Кроме того, охладители соединены воздухопроводами большего диаметра с батарейными установками циклонов и вентиляторами. Все это оборудование целесообразно монтировать рядом на одном этаже с охладителем или на этаже, расположенном ниже.

Аспирационное оборудование (циклоны, фильтры, вентиляторы) обычно устанавливают на свободных площадях этажей, не занятых основным технологическим оборудованием. Однако габариты аспирационного оборудования большие, особенно фильтров. И если заранее не наметить свободные площади (лучше целые пролеты), то придется передвигать основное оборудование. Помощь в этом оказывает группировка аспирационных сетей, по которой видно, для какого этажа лучше подходят тот или иной фильтр и вентилятор.

Для воздухопроводов и самотечных труб необходимо выделять вдоль оборудования на расстоянии прохода (1 м) площади шириной около 0,5 м. Такие места удобно оставлять в зонах расположения норийных труб, вдоль колонн, стен. Всегда нужно помнить, что между трубопроводами и оборудованием должны быть необходимые проходы. Поэтому при расположении оборудования надо оставлять проходы несколько большие минимальных (0,8; 1 м), чтобы при необходимости можно было сдвинуть одну машину, а не целую группу машин.

При расположении оборудования на высоте выше 1,8...2 м нужно предусматривать площадки для обслуживания. Под площадк-

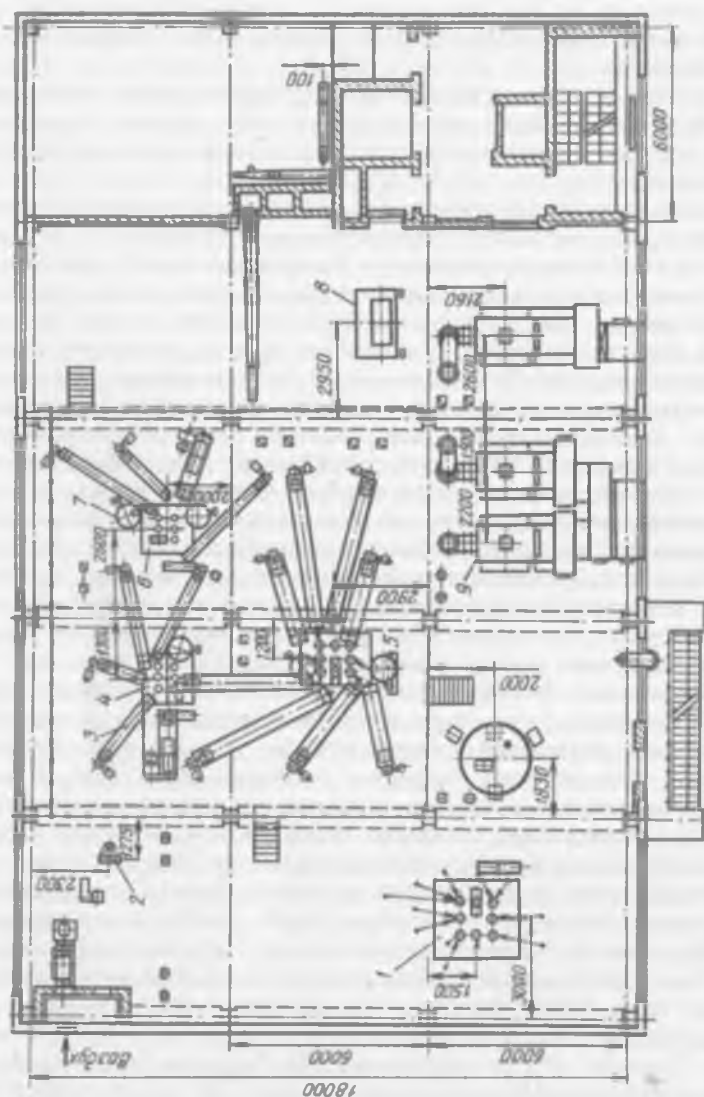


Рис. VII-11. План третьего этапа производственного корпуса типового комбикормового завода мощностью 320 т/сут:
 1 — весовой дозатор АД-2000-2К; 2 — магнитная колонка; 3 — шнековые питатели; 4 — весовой дозатор 5ДК-200; 5 — весовой дозатор 16ДК-1000; 6 — весовой дозатор 6ДК-100; 7 — роторный питатель; 8 — измельчитель ДГ-III; 9 — измельчитель ДГ-II

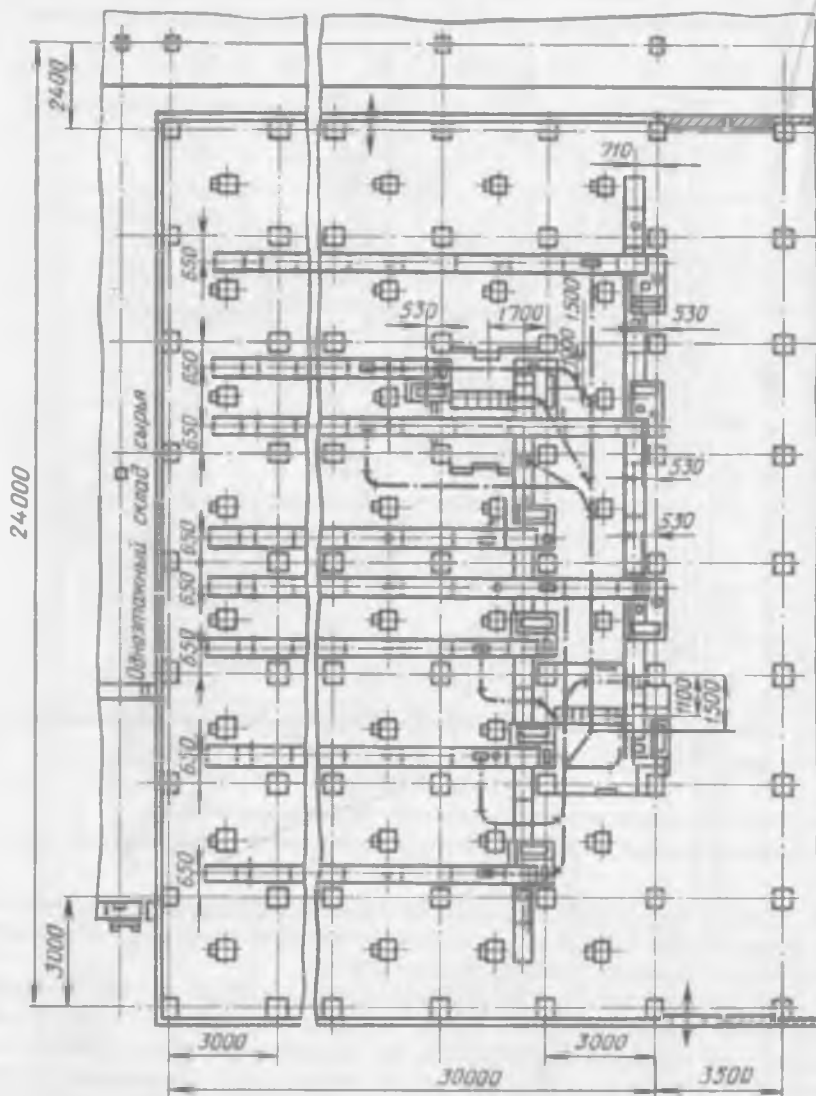


Рис. VII-13. План подсилосного этажа типового комбикормового завода.

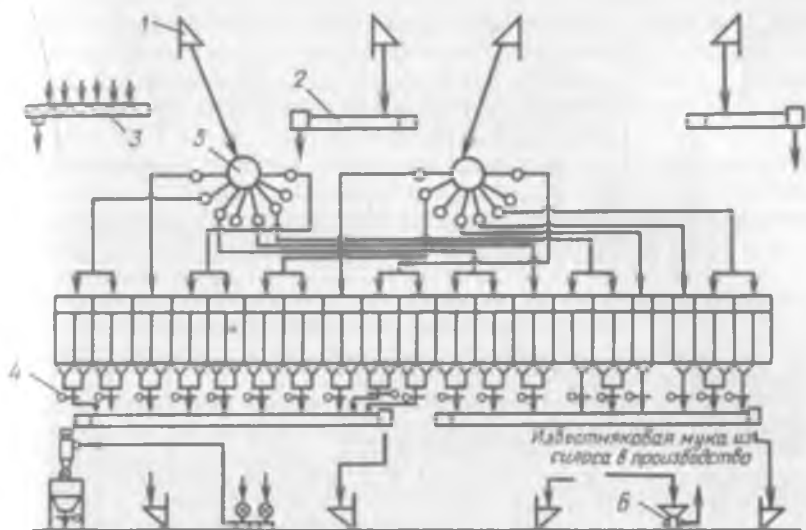


Рис. VII-14. Схема движения зерна в корпусе сырья типового комбикормового завода мощностью 320 т/сут:

1 — нория II-50; 2 — конвейеры скребковые; 3 — винтовой конвейер; 4 — задвижки с электроприводом; 5 — поворотная труба ТП8-1; 6 — питатель А1-ДПК-10

или для перекачки из силоса в силос устанавливают на площадках высотой 2,5–3,0 м. Для нормального обслуживания головок норий максимальное расстояние от площадок до оси головки принимают равным 1,5 м.

Если нория подает сырье на несколько конвейеров, загружающих силосы, то в поперечном направлении монтируют распределительный конвейер. Высота его установки зависит от высоты конвейеров, загружающих силосы, в одних случаях — на площадке для головок норий, в других — под площадкой. Во всех случаях конвейеры размещают так, чтобы по периметру силосного корпуса был свободный проход. Если длина конвейера, установленного ниже 2 м от пола, более 30 м, то для безопасного перехода через них устраивают переходные мостики с перилами.

Конвейеры подсилосного этажа направляют сырье в башмаки норий. Нории нежелательно устанавливать в приемке и поэтому часто конвейеры располагают выше 2 м. В этом случае вдоль него необходимо предусматривать площадки для обслуживания. Эти площадки одновременно могут служить и для обслуживания выпускных устройств. В корпусах зернового сырья выпуск из бункеров расположен высоко, поэтому задвижки с электроприводом лучше размещать непосредственно над конвейером. При устройстве лазовых

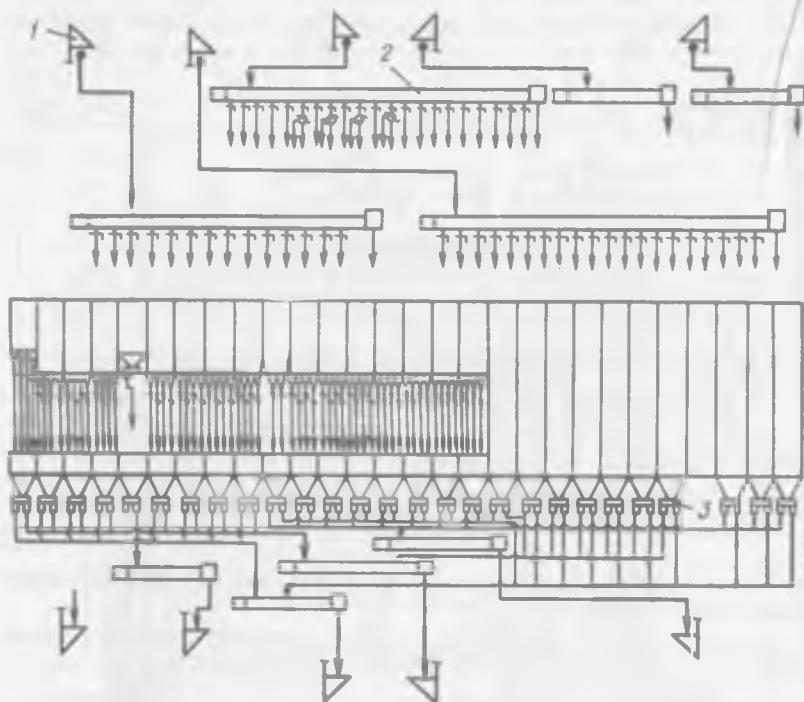


Рис. VII-15. Схема движения мучнистого сырья и шротов в корпусе сырья типового комбикормового завода производительностью 320 т/сут:

1 — нория; 2 — скребковый конвейер; 3 — винтовой разгрузитель А1-ДРВ с электровинтовой движавкой А1-Д3В

люков необходимо учитывать, чтобы к ним свободно можно было передвинуть лебедку для опускания рабочего в силос.

После компоновки оборудования составляют схему движения сырья или готовой продукции. Примером служат схемы типового проекта, представленные на рисунках VII-14 и VII-15.

В подсилосных этажах корпусов готовой продукции заводов последних лет используют конвейеры только для подачи продукции на загрузку вагонов. Поскольку основную массу продукции отпускают на автомобильный транспорт, то из одного-двух рядов силосов предусматривают подачу на конвейеры для отпуска в вагоны и самотеком в автомобили; из других рядов силосов — только на автомобили. Норий для перекачки продуктов не проектируют. Такое решение позволяет значительно уменьшить число оборудования в подсилосном этаже.

При проведении самотечных труб из силосов для отпуска сырья на автомобильный транспорт необходимо учитывать габариты

машин и особенно расстояние между загрузочными люками. Для того чтобы автомобиль останавливался на определенном месте для загрузки, самотечные трубы двух рядов силосов (одного проезда) сводят на три отпускные воронки — по числу загрузочных люков кормовозов.

Если корпус готовой продукции широкий, то в одном проезде проектируют два отгрузочных устройства. Для проезда автомобилей под корпусом и их загрузки воронки силосов должны располагаться высоко, поэтому корпус готовой продукции имеет два или три подсилосных этажа.

§ 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЕМНО-ОТПУСКНЫХ УСТРОЙСТВ, КОРПУСОВ И СКЛАДОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Для различных видов сырья, поступающего железнодорожным транспортом на комбикормовые заводы, необходимо предусматривать специализированные приемные устройства.

Расчетное количество сырья G (т/сут) определяют по формуле

$$G = 1,5Qa_i/100,$$

где 1,5 — коэффициент суточной неравномерности поступления сырья; Q — мощность завода, т/сут; a_i — усредненный расход сырья, % (см. табл. X-3).

Зерно, шроты, мучнистое и гранулированное сырье поступают в вагонах общего назначения или в вагонах-хопперах (зерновозах). Число приемных устройств определяют, исходя из времени разгрузки вагонов, поступающих в сутки.

В таблице VII-8 приведены данные, показывающие число приемных устройств для заводов разной мощности.

VII-8. Число приемных устройств

Разгружаемое сырье	Мощность завода, т/сут				
	320	420	525	630	1050
Зерно	1	1	1	1	2
Мучнистое сырье, шроты	1	1	1	1	2
Сырье в таре	1	1	1	1	2
Сырье минерального происхождения	1	1	1	1	1
Меласса	1	1	1	1	1
Жир	1	1	1	1	1

Приемное устройство для зерна с вагоноразгрузчиком ВРГ приведено на рисунке VII-16. Размер приемной решетки бункеров позволяет разгружать зерно как из дверного проема, так и из нижних люков вагонов-хопперов (зерновозов). При использовании вагоно-

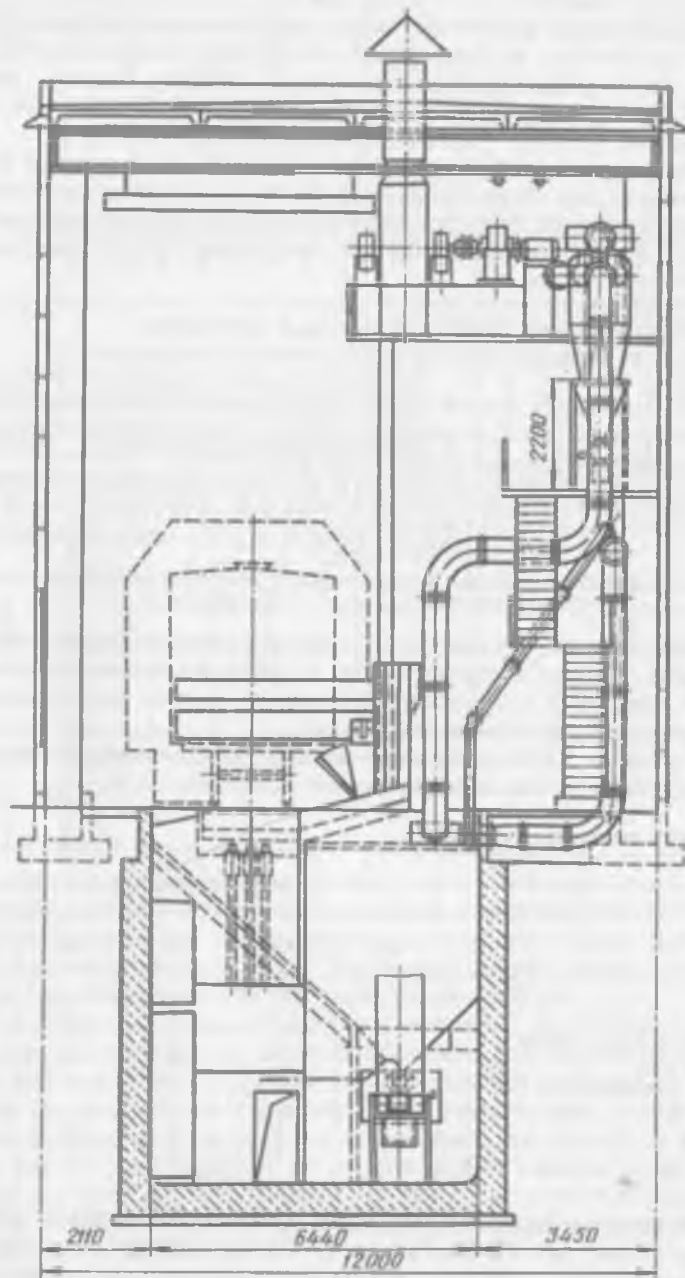


Рис. VII-16. Разрез приемного устройства для вагонов с вагоноразгрузчиком ВРГ

разгрузчика ВРГ необходимо значительное заглубление подвальной части.

На рисунке VII-17 показано приемное устройство так называемого малого заглубления, с вагоноразгрузчиком У20-УВС и цепными конвейерами специальной конструкции У2-УКП-2.

Приемные устройства с железнодорожного транспорта для мучнистого сырья (отрубей, мучек), шротов и гранулированного сырья

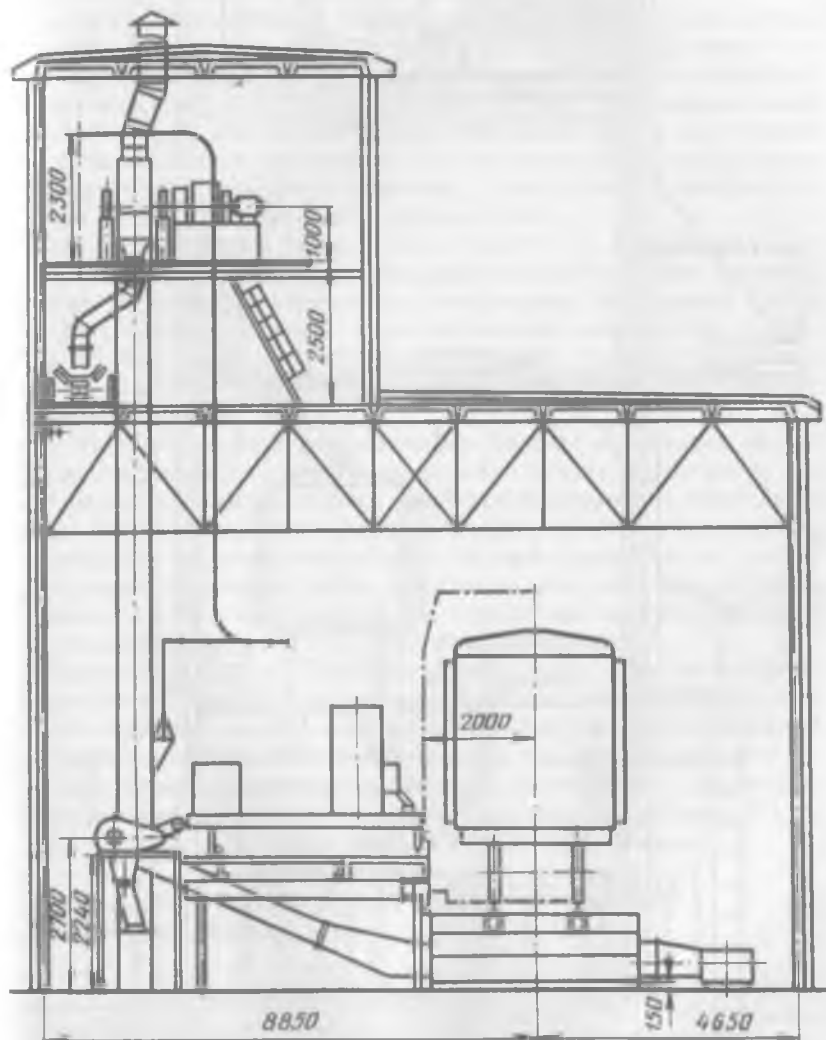


Рис. VII-17. Приемное устройство зернового сырья с железнодорожного транспорта

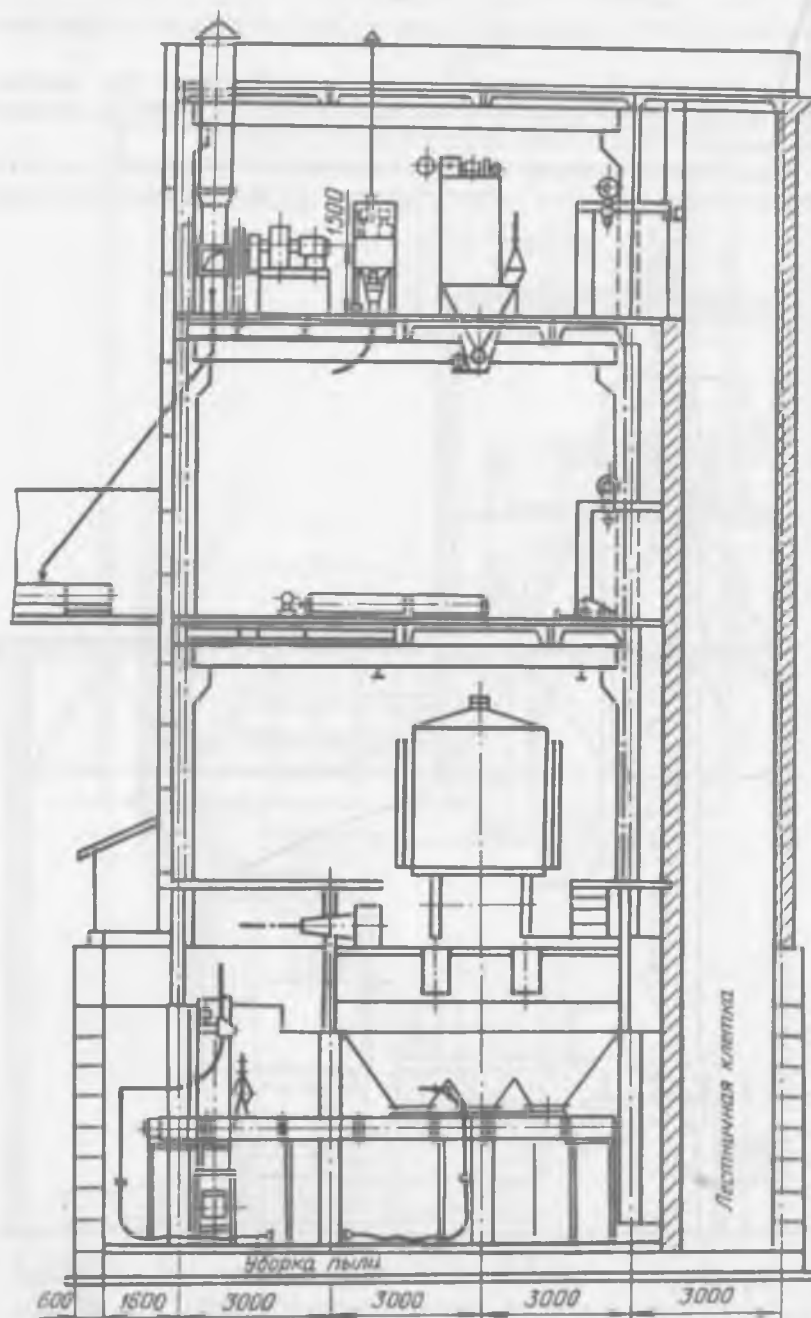


Рис. VII-18. Разрез приемного устройства для мучнистого сырья

также должны предусматривать разгрузку не только вагонов общего назначения, но и вагонов-хопперов.

На рисунке VII-18 приведен разрез типового приемного устройства. Площадь поверхности бункеров позволяет вести выгрузку из дверного проема и из нижних люков без передвижения вагона. Это особенно важно, так как при перестановке вагона увеличивается время разгрузки, а в вагоне остаются остатки сырья в результате пересыпания из отсека в отсек.

Для разгрузки вагонов с сырьем минерального происхождения применяют разгрузчики МГУ и МВС, которые устанавливают на платформе перед складом напольного хранения. От атмосферных осадков место разгрузки защищено навесом. Навес принимают такой ширины, чтобы он перекрывал вагоны полностью. Вагон разгружают путем укладки мешков на поддон. Для облегчения труда грузчиков применяют телескопические конвейеры. Для перевозки штабеля от вагонов в склад используют электропогрузчики.

Мелассу из цистерн разгружают, сливая ее в оперативный резервуар, расположенный под железнодорожным путем. Как правило, для этого используют тупиковое ответвление от первого пути.

Во всех проектах следует предусматривать отпуск готовой продукции в железнодорожный и автомобильный транспорт. Соотношение отпускаемой продукции в вагоны или автомобили зависит от местных условий.

Для загрузки вагонов устанавливают цепные конвейеры, на которые можно подавать готовую продукцию непосредственно из силоса. В железнодорожные вагоны комбикорма загружают через люки в крыше вагона. Загружать можно четырьмя цепными конвейерами, размещенными под силосами склада готовой продукции на уровне второго этажа. Возможна также загрузка из силосов, которые устанавливают над железной дорогой. В этом случае комбикорма самоходом из силосов поступают в вагон.

Аналогичным образом комбикорма отпускают и на автомобильный транспорт. Загрузка автомобилей непосредственно из силосов является наиболее предпочтительной, так как при таком варианте обеспечивается высокая производительность загрузки без промежуточных транспортных механизмов. Отпуск комбикормов производят в специализированный автомобильный транспорт: загрузчики ЗСК-10 для сухих кормов, кормовозы АСП-25 и АСП-15.

§ 9 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ

Реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий позволяют увеличивать производственную мощность комбикормовых заводов, совершенствовать технологию производства комбикормов для улучшения качества готовой продукции, устранять

нарушения по технике безопасности. Преимущество реконструкции действующих предприятий состоит в том, что наращивание производственных мощностей происходит с меньшими затратами и в более короткие сроки, чем при новом строительстве. Практика показала, что окупаемость капитальных вложений в реконструкцию действующих предприятий происходит быстрее в несколько раз, чем в новом строительстве.

Перед проведением работ необходимо обосновать экономическую целесообразность и техническую возможность реконструкции данного предприятия. Экономическая целесообразность возникает в результате рационального сбыта готовой продукции и наличия сырьевых ресурсов при незначительных транспортных перевозках. При рассмотрении технической возможности реконструкции необходимо иметь в виду:

- наличие свободной площади для дополнительного строительства производственных объектов или возможность расширения территории предприятия;

- состояние производственных зданий и возможность проведения в них намеченного объема работ по реконструкции;

- возможность проведения работ по устранению нарушений по взрыво-пожарной безопасности и по технике безопасности;

- создание прогрессивной технологии, позволяющей увеличить мощность предприятия, повысить качество готовой продукции, уровень механизации и автоматизации производственных процессов, снизить объем ручного труда на разгрузочно-погрузочных работах;

- наличие резервной мощности трансформаторной подстанции или возможность ее реконструкции.

Если технические возможности ограничены и состояние и размеры здания не позволяют проведение реконструкции в запланированном объеме, необходимо рассмотреть возможность строительства новых производственных зданий и сооружений с максимальным использованием существующих основных производственных объектов и подсобно-производственных сооружений.

При выборе мощности реконструируемого комбикормового завода наряду с ранее изложенными факторами необходимо придерживаться числовых значений параметрического ряда рекомендуемых мощностей этих предприятий: 5; 10; 20; 30; 50 т/ч. Выбор рекомендуемой мощности позволит более эффективно использовать технологическое и транспортное оборудование, основной параметр (производительность) которых увязан с параметрическими рядами технологических линий комбикормового завода, так как данные параметрические ряды составлены с учетом максимального сокращения числа машин на каждой технологической операции.

При проведении проектных работ по реконструкции должны учитываться действующие правила, инструкции, нормы и указания,

а также нормы технологического проектирования комбикормовых заводов, разработанные ЦНИИПромзернопроект.

При проектировании, реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий возможно использование следующих способов реконструкции.

1. Замена оборудования на более производительное.
2. Замена устаревшего оборудования на новое.
3. Перенос отдельных этапов технологического процесса в новые здания.
4. Исключение ряда технологических линий в связи с изменившимися условиями и установка дополнительного оборудования на освободившейся площадке.

5. Использование свободных площадей силосных корпусов для оборудования производственного процесса.

В зависимости от задач реконструкции выбирают один или несколько способов, чтобы получить оптимальный вариант. Из всех возможных вариантов реконструкции оптимальным считают тот, который требует меньших удельных капитальных вложений и приводит к более короткому сроку простоя завода. Наиболее распространенные способы реконструкции — первый и второй.

При реконструкции большое значение имеют правильный выбор объемно-планировочных решений по размещению сооружений на территории завода и оборудования на этажах зданий.

При этом должны выполняться следующие задачи: создание минимального числа дополнительных производственных участков; соединительные транспортные коммуникации должны быть короткими; расположение оборудования должно обеспечивать удобство обслуживания.

При строительстве дополнительных силосных корпусов их целесообразно располагать рядом или около действующего силосного корпуса. Если необходим новый корпус готовой продукции, то проектировать его нужно проездного типа; в этом случае он должен располагаться на расстоянии от действующего сооружения, чтобы был обеспечен заезд и разворот автомобилей.

При размещении линий гранулирования в новом сооружении наиболее экономично установить в нем силосы готовой продукции. Причем строительство можно предусмотреть в однотипных сборных железобетонных конструкциях, применяемых для силосных корпусов. Обычно трудно увеличить объемы складов напольного хранения для затаренного сырья и сырья минерального происхождения. Как правило, к производственному корпусу примыкают силосные корпуса с двух сторон, а склад напольного хранения стоит на расстоянии. В этом случае целесообразно запроектировать цех (отделение) предварительного дозирования. Такое решение позволяет организовать подачу смеси в производство одной или двумя (в зависимости от производительности завода) транспортными линиями.

Капитальные вложения на дополнительные складские сооружения занимают при реконструкции значительную часть (до 80 %). Поэтому очень важно правильно оценить местные условия поставки сырья и его расход в соответствии с рецептурой. Если определенные виды сырья поступают ритмично, вводятся в комбикорма в малом процентном соотношении, то нет необходимости вести расчет строго по срокам хранения норм технологического проектирования. Сроки хранения должны быть выбраны для обеспечения непрерывности производственного процесса. Уменьшение размеров складских сооружений значительно повысит экономическую эффективность реконструкции (снизятся капитальные затраты).

При выборе варианта реконструкции производственных цехов необходимо одновременно рассмотреть вопросы организации строительных и монтажных работ. Для этого желательно разработать перспективный план технического перевооружения предприятия и наметить основные этапы реконструкции.

Правильная организация работ по реконструкции предприятия позволит проводить значительную часть планируемых работ без остановки основного производства и заканчивать очередной этап перевооружения в сроки, отведенные для капитального ремонта. Одним из таких направлений в организации монтажно-строительных работ является создание секций или блоков металлоконструкций, требующих проведения сварных работ, на рабочей площадке с последующим их монтажом в производственном или силосном корпусе сырья (готовой продукции). Создание отдельных секций с последующим их монтажом в короткие сроки является целесообразным и при строительстве транспортных галерей, связывающих складские помещения сырья и готовой продукции с производственным корпусом.

Опыт реконструкции комбикормовых заводов подтверждает необходимость ряда технических приемов в совершенствовании технологических схем производства комбикормов. Основные из них следующие:

- установка высокопроизводительного оборудования на линиях приемки сырья и устройство разгрузочных точек с учетом использования специальных вагонов;

- очистка сырья в период приемки в потоке;

- применение контейнеров для хранения сырья минерального происхождения и белкового сырья и подачи его в производство;

- использование силосов складских корпусов в качестве наддозаторных для зернового и гранулированного сырья;

- составление предварительных смесей близких по физическим свойствам сырья, используя для этого непрерывные или порционные весовые дозаторы;

- специализация и строгое закрепление за отдельными компонен-

тами наддозаторных бункеров для исключения возможности смешивания различных видов сырья;

при применении на основной линии двух смесителей для более эффективного использования весовых дозаторов лучшим вариантом (с точки зрения компоновки) является их последовательная установка;

для создания поточного производства линии гранулирования следует размещать в одном корпусе с основной линией дозирования и смешивания.

Вопросы для самоконтроля. 1. Составьте схему линий зернового сырья завода мощностью 100 т/сут; 420 т/сут. 2. Составьте схему линий мучнистого сырья завода мощностью 200 т/сут; 500 т/сут. 3. Составьте схему линий кормовых продуктов пищевых производств завода мощностью 100 т/сут; 200; 630 т/сут. 4. Подберите дозаторы и смесители для завода мощностью 100 т/сут; 400; 630 т/сут с поэтажной подготовкой сырья. 5. Подберите дозаторы и смесители для заводов мощностью 100 т/сут; 400; 630 т/сут с составлением смеси сырья, требующего дробления. 6. Составьте циклограмму работы линий дозирования — смешивания при установке двух дозаторов, одного смесителя с учетом загрузки смесителя через конвейер длиной 10 м.

VIII Глава

ВНУТРИЦЕХОВОЙ ТРАНСПОРТ И АСПИРАЦИЯ

§ 1. ВНУТРИЦЕХОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Под внутрицеховой коммуникацией понимают взаимосвязь технологического оборудования между собой посредством транспортных механизмов в соответствии со схемой технологического процесса. В задачу коммуникации входит наиболее рациональное размещение оборудования по этажам и системам при минимальном количестве горизонтальных и вертикальных транспортных механизмов. Коммуникацию зерноочистительного отделения мукомольного и крупяного заводов разрабатывают уже в начальной стадии проектирования — при составлении поэтажной схемы технологического процесса зерноочистительного отделения, а затем ее продолжают при размещении оборудования на планах этажей, в поперечном и продольном разрезах отделения.

Выполнению разработки коммуникации размольного отделения мукомольного завода и шелушильного отделения крупяного завода предшествует проектная работа, связанная с предварительным размещением на планах и разрезах технологического, пневмотранспортного и аспирационного оборудования. В производственном корпусе комбикормового завода коммуникацию выполняют аналогично проектам коммуникаций мукомольного и крупяного заводов.

В процессе выполнения коммуникации определяют вариант наиболее целесообразного размещения технологического, транспортного оборудования при минимально кратчайшем перемещении сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции в соответствии со схемой технологического процесса. При разработке коммуникации уточняют расположение машин, приемников и разгрузителей пневмотранспорта, норий при механическом транспорте, а также определяют число транспортных механизмов (продуктопроводов, шнеков, норий и т. п.). Правильный подбор коммуникации способствует снижению затрат на приобретение и монтаж транспортных механизмов, снижению энерговооруженности предприятия и себестоимости готовой продукции. Коммуникации вычерчивают в поперечном и продольном разрезах, а в расчетно-пояснительной записке приводят ведомость движения продуктов по установленной форме.

Для выполнения коммуникации необходимы следующие проектные материалы: а) схема технологического процесса; б) поперечный и продольный разрезы здания; в) нормативно-справочные материалы (планы приемных и выпускных отверстий машин, нормативно-допустимые углы наклона самотечных труб для различных продуктов, варианты исполнения оборудования, номограмма для определения угла наклона самотечной трубы и т. п.); г) ведомость движения продуктов.

Внутрицеховой вид транспорта на зерноперерабатывающих предприятиях проектируют в соответствии с Нормами технологического проектирования. В зерноочистительном отделении мукомольного завода на комплектном оборудовании применяют гравитационный и нагнетающий пневмотранспорт зерна, а в размольных отделениях — гравитационный и всасывающий пневмотранспорт. Транспортирование муки и отрубей на контроль и в бункера бестарного хранения рекомендуется осуществлять нагнетающим пневмотранспортом или аэрозольтранспортом (ВНТП 03—85).

На крупяных заводах для перемещения сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции предусматривают самотечный, механический и пневматический транспорт. Пневмотранспорт рекомендуется применять в шелушильных отделениях крупяных заводов по переработке ячменя, пшеницы, овса и кукурузы. На заводах, работающих по взаимозаменяемой схеме, устанавливают механический транспорт, если для одной из культур не рекомендуется применять пневмотранспорт.

На комбикормовых заводах для внутрицехового перемещения сырья и готовой продукции используют самотечный, механический, пневмотранспорт и аэрозольтранспорт. На предприятиях необходимо предусматривать автоматические системы, обеспечивающие перекрытие коммуникаций быстродействующими задвижками У2-БЗБ при условии сброса избыточного давления взрыва в атмосферу.

Самотечные трубы от машины к машине проводят согласно схеме

технологического процесса под фактическим углом, который должен быть больше минимально допустимого угла. Каждую самотечную трубу проектируют в поперечном и продольном разрезах и проставляют ее номер, угол наклона, этаж проверки в ведомости движения продуктов. Трубы, по которым перемещаются одинаковые продукты, целесообразно объединить в одну самотечную трубу после их вывода из машины, учитывая, что при объединении самотечных труб угол между ними не может быть прямым или тупым. Присоединение одной трубы к другой следует выполнять по ходу движения продукта под острым углом не менее 30° .

Самотечные трубы проектируют возле оборудования вертикальными по высоте от пола не менее 2 м; проводят их возле продуктопроводов, норийных труб и между ними при условии, что не уменьшается при этом нормативный проход. Не допускается проводить самотечные трубы через бытовые помещения, лестничные клетки, мастерские, распределительные пункты, бункера и т. п. Возле оконных проемов их проектируют так, чтобы они не перекрывали доступ к окнам и позволяли проводить периодическую очистку окон.

В графической части коммуникации — поперечном и продольном разрезах — каждая самотечная труба имеет свой номер, который проставляют арабскими цифрами на каждом этаже возле трубы. Продуктопроводы также имеют свои номера, которые ставят на распределительном этаже (около приемников дополнительных продуктопроводов) и на верхнем этаже — около циклонов-разгрузителей. На планах этажей также проставляют номера продуктопроводов.

Продуктопроводы, транспортирующие сырье, продукты измельчения, промежуточные продукты, готовую продукцию в зависимости от выбранного варианта размещают около продольных стен, в середине здания и около стен. Продуктопроводы, например, от вальцовых станков с верхним забором продукта (станки А1-БЗ-ЗН, БВ) и с нижним забором продукта (станки А1-БЗН, ЗМ) выводят так, чтобы они не пересекали генеральные проходы на этажах и проходы между машинами.

Транспортные механизмы, расположенные около стен, целесообразно сосредоточивать около колонн, чтобы они не перекрывали и не загромождали оконные проемы. Продуктопроводы, размещаемые рядами в середине здания, следует группировать по несколько штук с проходом между группами 0,8 м.

Особенность коммуникации продуктов размола зерна на мукомольном заводе состоит в следующем: общее число вертикальных транспортных механизмов (продуктопроводов) в размольном отделении мукомольного завода складывается из основных и дополнительных. Основными транспортными механизмами являются те, которые перемещают продукт после вальцовых станков в рассевы, подают промежуточные продукты в сортировочные системы и перемещают в требуемом направлении готовую продукцию. Другие продуктопроводы,

перемешивающие продукт из одной машины (системы) в другую машину (систему), именуют дополнительными (перекидными).

Общее число вертикальных транспортных механизмов, применяемых в размольном отделении, можно определить по формуле

$$n = n_{др} + n_c + n_{шл} + n_p + n_{км} + n_o + n_{ккм} + n_{доп},$$

где $n_{др}$ — число драных систем; n_c — число сортировочных систем; $n_{шл}$ — число шлифовочных систем; n_p — число размольных и сходовых систем; $n_{км}$ — число продуктопроводов для контроля муки по сортам; n_o — число продуктопроводов для отрубей; $n_{ккм}$ — число транспортных механизмов для манной крупы; $n_{доп}$ — число дополнительных продуктопроводов.

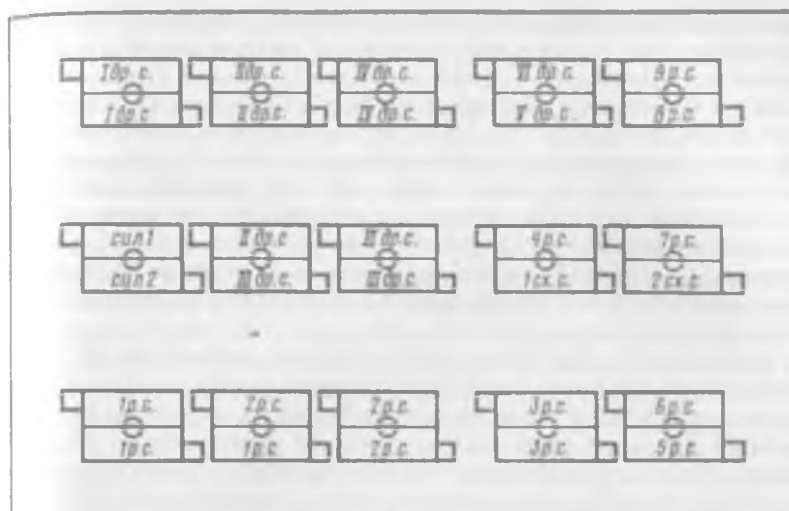
Число рядов продуктопроводов зависит от выбранного варианта расположения вальцовых станков и рассевов. Целесообразно, чтобы каждый ряд вальцовых станков обслуживался своим рядом продуктопроводов, которые могут быть расположены около продольных стен и в середине здания.

Начальный этап выполнения коммуникации размольного отделения состоит в размещении систем вальцовых станков, рассевов и ситовеечных машин. Эту работу выполняют графически на планах соответствующих этажей. Вначале размещают по системам вальцовые станки, а затем определяют расположение соответствующих систем рассевов, руководствуясь положением, что они должны находиться в вертикальной плоскости с системами вальцовых станков. Расположение систем ситовеечных машин устанавливают в процессе графического выполнения коммуникации.

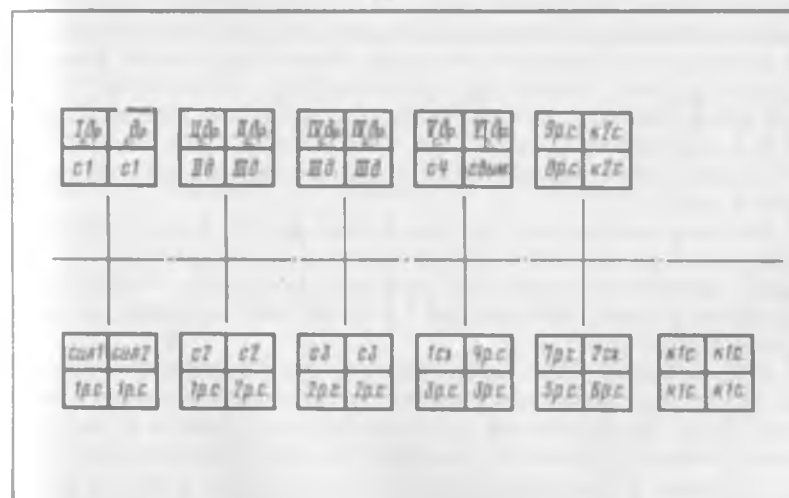
Вальцовые станки могут быть расположены в два, три, четыре ряда. Двухрядное расположение вальцовых станков: первый ряд — драные системы, вымольные системы; второй ряд — шлифовочные и размольные системы. Трехрядное расположение вальцовых станков: первый ряд — драные системы, вымольные системы; второй ряд — драные, шлифовочные, размольные системы; третий ряд — размольные системы. Четырехрядное расположение вальцовых станков: первый и второй ряды — драные и вымольные системы; третий и четвертый ряды — шлифовочные и размольные системы.

Системы, измельчающие продукты определенного качества, располагают компактно, в технологической последовательности, без встречных и возвратных перемещений продукта (рис. VIII-1). Первую драную систему размещают в начале ряда, со стороны зерноочистительного отделения. Крупнообразующие системы продуктов первого качества, второго качества и вымольные системы размещают в технологической последовательности в сторону выбойного отделения.

Вымольные системы драного и размольного процессов komponуют на одной стороне, обычно на драной, так как длина вальцовой линии шлифовочных и размольных систем больше длины вальцовой линии драных систем, поэтому вымольные размольные системы размещают рядами с вымольными драными системами. Это обуслови-



а



б

Рис. VIII-1. Размещение систем:

а — вальцовых станков; б — расклевов

вает и расположение вымалывающих машин и сортировок в вертикальной плоскости с вальцовыми станками и рассевом соответствующих систем.

Если длина вальцовой линии драных систем больше длины шлифовочно-размольной линии, то вымольные драные системы вальцовых станков устанавливают на размольной стороне. Такая компоновка вымольных систем позволяет собрать их конечный продукт (отруби) на одной стороне и транспортировать в требуемом направлении (склад бестарного хранения, комбикормовый завод и т. д.). Первая размольная система должна быть в начале ряда размольных систем, последующие размольные системы размещают технологически направленно к выбойному отделению.

Шлифовочные системы целесообразно устанавливать против драных и размольных систем, так как крупки драного процесса направляют на обогащение на шлифовочные системы, а после них — на размольные системы. Размольные системы располагают последовательно, группируя по продуктам первого, второго качества и вымола. Сходовые системы размольного процесса komponуют с системами, которые они обслуживают.

После размещения вальцовых станков по системам устанавливают рассевы. Эту работу рекомендуется выполнять на плане этажа рассевов и в разрезе, по которому четко видна связь оборудования (вальцовые станки и рассевы) посредством транспортных механизмов, что позволяет одноименные системы вальцовых станков и рассевов расположить в вертикальной плоскости либо сместить их по отношению друг к другу при необходимости до минимального угла наклона самотечной трубы.

Системы сортировок промежуточных продуктов, сортировок отходов ситовеечных систем устанавливают на той стороне, где происходит дальнейшая обработка указанных продуктов — измельчение в вальцовых станках, обогащение в ситовеечных машинах, на шлифовочных системах и т. п.

Для контроля муки целесообразно предусматривать отдельный рассев, который размещают рядом со складом бестарного хранения муки. После расположения систем вальцовых станков и рассевов на планах этажей их переносят на поперечные и на продольные разрезы.

Учитывая, что машины, расположенные в одном ряду, в разрезах совмещаются, в листах коммуникаций возле оборудования указывают системы следующим образом: системы, расположенные в начале ряда, записывают первыми в вертикальном ряду, а ниже размещают названия систем, удаленных от начала ряда. В разрезах изображают технологическое оборудование упрощенными условными обозначениями, указывают размещение транспортного и аспирационного оборудования. На графических листах коммуникации самотечные трубы вычерчивают линией основного контура, а технологическое оборудование — линией, равной по толщине половине линии основного контура.

Возле каждой машины в разрезах обозначают приемные и выпускные патрубки (отверстия).

Важнейшей задачей при выполнении коммуникации является перемещение промежуточных продуктов кратчайшим путем. Эта задача более или менее успешно будет решена в зависимости от того, как увязаны транспортными механизмами вальцовые станки, рассевы и ситовые машины.

В предыдущих типовых проектах мукомольных заводов лучшим является вариант увязки рассевов — ситовых машин — вальцовых станков посредством самотечных труб (рис. VIII-2, а). Допускаются варианты подачи продукта на указанное оборудование с использованием самотечных труб и одного дополнительного продуктопровода (рис. VIII-2, б, в). Нецелесообразно применять для перемещения продукта с рассева в ситовую машину, а затем в вальцовый станок два дополнительных продуктопровода (рис. VIII-2, г), так как это приводит к усложнению коммуникации, увеличению материалоемкости предприятия, повышению его энергоемкости, необходимости обслуживания дополнительного оборудования и т. п.

На мукомольных заводах на комплектном оборудовании размещение систем вальцовых станков и рассевов представлено на рисунках VIII-3 и VIII-4. Системы вальцовых станков А1-БЗН мукомольного

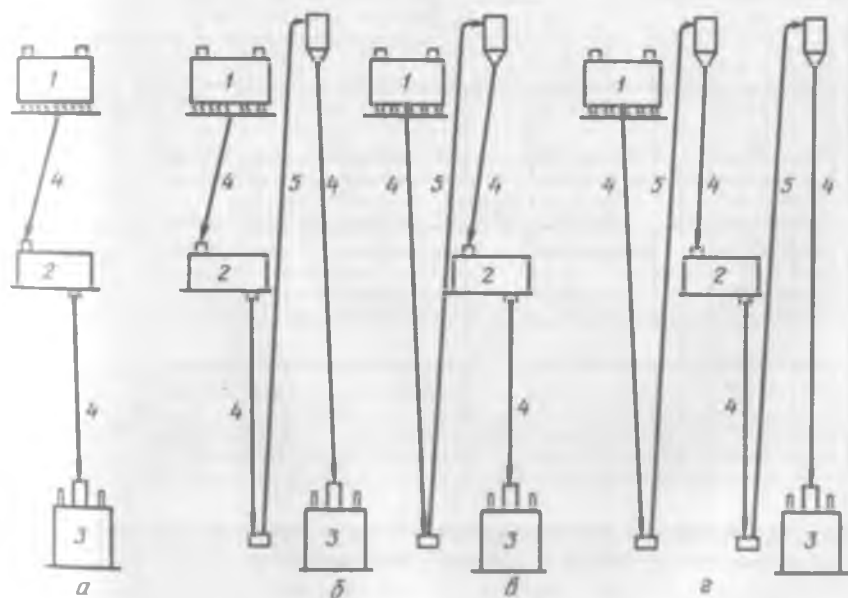
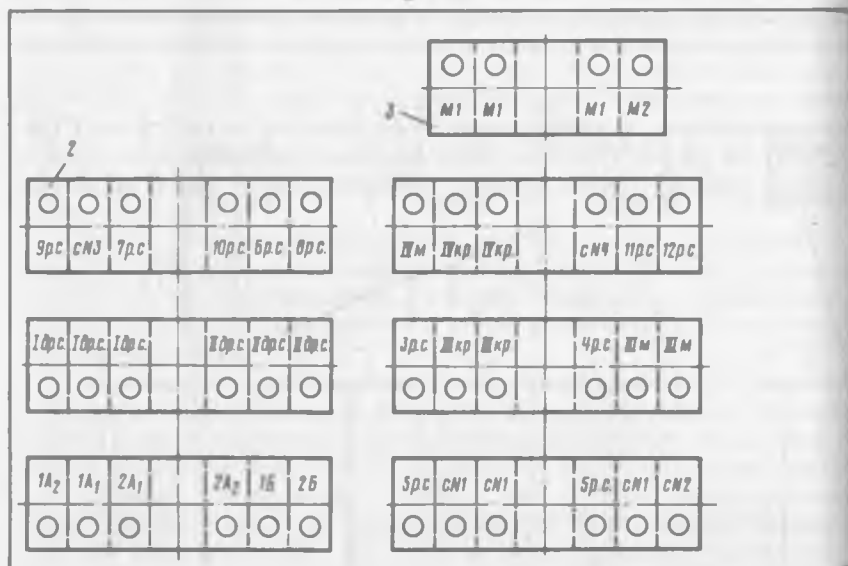


Рис. VIII-2. Варианты подачи продукта на оборудование:

1 — рассев; 2 — ситовая машина; 3 — вальцовый станок; 4 — самотечная труба; 5 — продуктопровод



а



б

Рис. VIII-3. Размещение систем на мукомольном заводе мощностью 250 т/сут:
а — вальцовых станков AI-B3N (1); б — рассевов P3-BP6 (2) и P3-BPB (3)

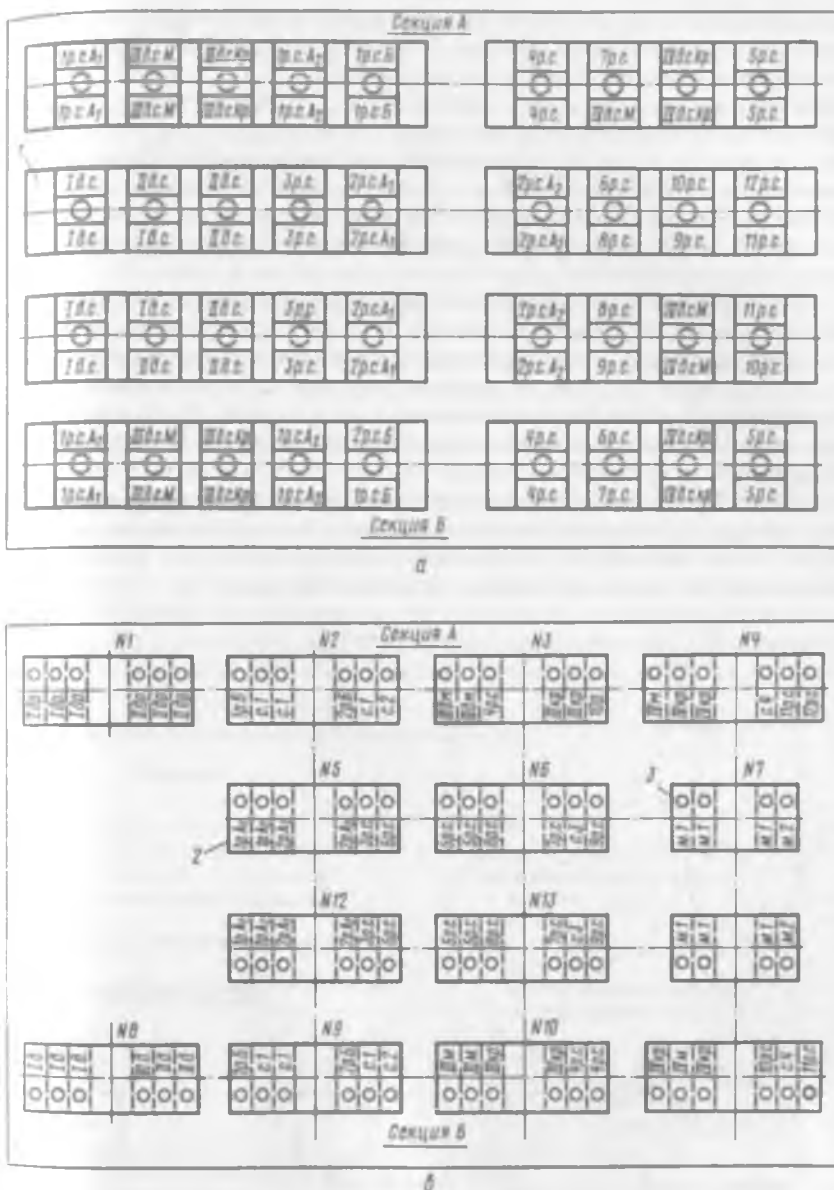


Рис. VIII-4. Размещение систем на мукомольном заводе мощностью 500 т/сут:

а — вальцовых станков А1-БЗН (1); б — рассевов РЗ-БРБ (2), РЗ-БРВ (3)

завода мощностью 250 т/сут расположены в четыре ряда. Системы размещены следующим образом. В первом ряду станок I драной системы и три станка размольных систем — 6, 8, 9, 10, 11, 12-й. Во втором ряду четыре станка драных систем — I, II, III, IV. Третий ряд представлен пятью вальцовыми станками систем драных (III, IV) и размольных систем (2, 3, 4-й). В четвертом ряду — пять станков — размольные системы (1, 2, 5). Для контроля потоков муки предусмотрен рассев РЗ-БРВ — три приема для первого потока и один прием — для второго потока. Сортирование промежуточных продуктов осуществляется в шести отсеках РЗ-БРВ.

Эти варианты размещения оборудования по системам отличаются от применявшихся ранее вариантов тем, что использованы отсеки РЗ-БРВ, применены горизонтальные участки продуктопроводов значительной длины, по которым продукт после вальцовых станков транспортируется горизонтально на втором этаже до требуемой точки вертикального подъема продукта и его подачи после разгрузителя в рассев РЗ-БРВ.

Варианты подачи продукта в машины, применяемые на мукомольных заводах на комплектном оборудовании, представлены на рисунке VIII-5. Они позволяют выполнить коммуникацию в размольном отделении без дополнительных продуктопроводов.

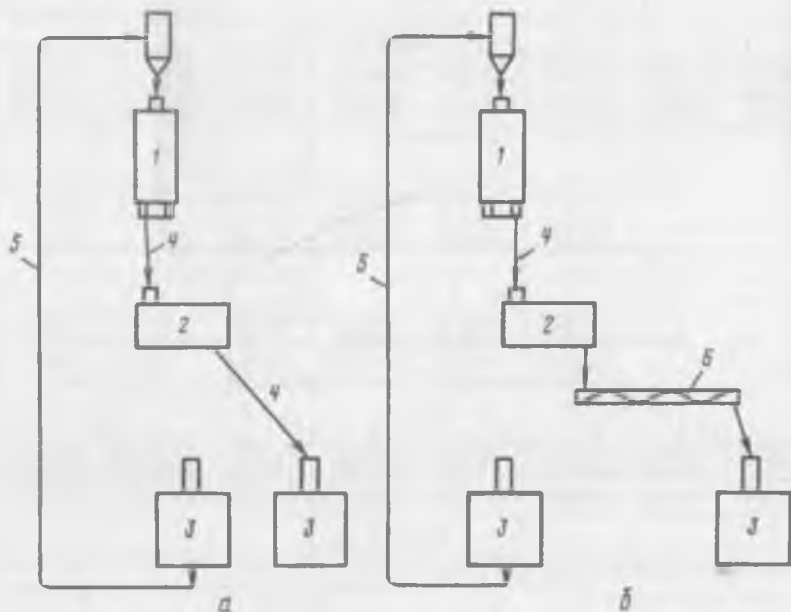


Рис. VIII-5. Варианты подачи продукта на оборудование (мукомольный завод на комплектном оборудовании):

1 — рассев; 2 — ситовесная машина; 3 — вальцовый станок; 4 — самотечная труба; 5 — продуктопровод; 6 — конвейер

Самотечные трубы на этаже рассевов проектируют возле продуктопроводов вертикальными от пола до уровня $\geq 2,0$ м, на расстоянии от рассевов не менее 1,15 м. Самотечные трубы на этаже ситовеечных машин можно проводить около продольной стороны ситовеечной машины между смотровыми окнами, вертикальная часть самотечных труб должна быть не ниже 2 м от пола.

В поперечном и продольном разрезах некоторые самотечные трубы находятся в одной плоскости и поэтому их проектируют в одну линию, возле которой проставляют их номера. Не допускается совпадение одних и тех же самотечных труб в поперечном и продольном разрезах, совпадение их может быть либо в поперечном, либо в продольном разрезе. Продукты, направляемые с разных систем на одну систему, необходимо собирать самотеками в один продуктопровод либо конвейер и транспортировать в соответствии со схемой технологического процесса на соответствующую систему.

Выполнение коммуникации упрощается, если каждая половина вальцового станка обслуживается одним продуктопроводом, одним циклоном-разгрузителем и одним приемом (секцией) рассева. Такой вариант увязки технологического оборудования одним транспортным механизмом наиболее целесообразен. Проектируя коммуникацию в продольном разрезе, необходимо основные и дополнительные продуктопроводы размещать между машинами, из которых забирается продукт и в которые он подается, выдерживая при этом углы наклона самотечных труб больше минимально допустимых (табл. 1).

1. Минимальные углы наклона (град) самотечных труб

Продукты			
Зерно:			
сухое (влажность до 15 %)	34	Мучка	50
после моечных машин и увлажнительных аппаратов	45	Продукты размольных систем	49
(влажность свыше 15 %)		Схода размольных систем:	
		верхние	45
		нижние	47
Продукты:			
I драной системы	45	Мука:	
II » »	46	крупчатка	47
III и IV » »	48	мягкая высоких сортов	50
		мягкая второго сорта	52
Крупка:			
крупная	40	Куколь	38
средняя	40	Овсяг	45
мелкая	44	Отходы сепараторов, обоечных и	50
Дунст:			
жесткий	47	щеточных машин	
мягкий	47	Оболочки после шелушителей	65
		типа ЗНШ	
Относы ситовеечных машин			
Схода вымольных систем:	50	Пыль:	
верхние	45	фильтров и батарейных циклонов размольного отделения	60
нижние	46	черная из зерноочистительного отделения	50
Отруби:			
крупные и средние	47	белая » »	51
мелкие	46		

завода мощностью 250 т/сут расположены в четыре ряда. Системы размещены следующим образом. В первом ряду станок I драной системы и три станка размольных систем — 6, 8, 9, 10, 11, 12-й. Во втором ряду четыре станка драных систем — I, II, III, IV. Третий ряд представлен пятью вальцовыми станками систем драных (III, IV) и размольных систем (2, 3, 4-й). В четвертом ряду — пять станков — размольные системы (1, 2, 5). Для контроля потоков муки предусмотрен рассев РЗ-БРВ — три приема для первого потока и один прием — для второго потока. Сортирование промежуточных продуктов осуществляется в шести отсевах РЗ-БРВ.

Эти варианты размещения оборудования по системам отличаются от применявшихся ранее вариантов тем, что использованы отсевы РЗ-БРВ, применены горизонтальные участки продуктопроводов значительной длины, по которым продукт после вальцовых станков транспортируется горизонтально на втором этаже до требуемой точки вертикального подъема продукта и его подачи после разгрузителя в отсеы РЗ-БРВ.

Варианты подачи продукта в машины, применяемые на мукомольных заводах на комплектном оборудовании, представлены на рисунке VIII-5. Они позволяют выполнить коммуникацию в размольном отделении без дополнительных продуктопроводов.

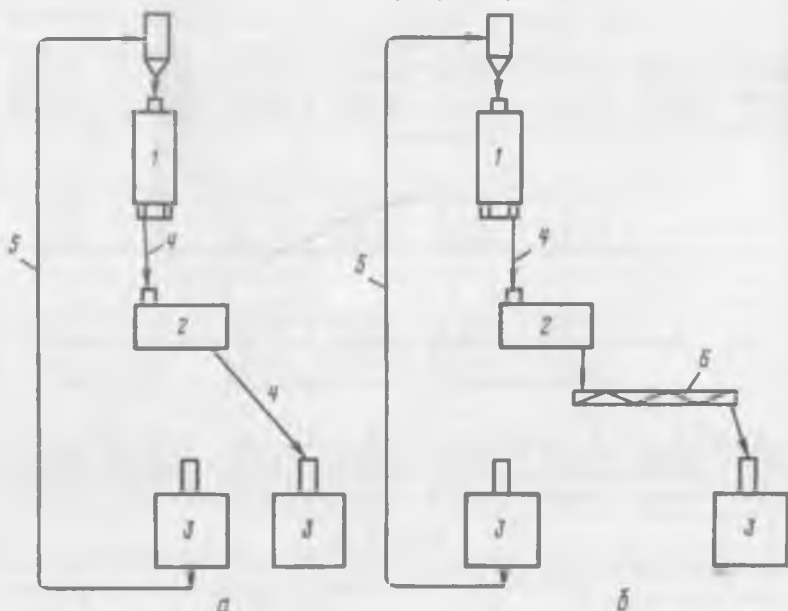


Рис. VIII-5. Варианты подачи продукта на оборудование (мукомольный завод на комплектном оборудовании):

1 — отсеы; 2 — ситовесечная машина; 3 — вальцовый станок; 4 — самотечная труба; 5 — продуктопровод; 6 — конвейер

Самотечные трубы на этаже рассевов проектируют возле продуктопроводов вертикальными от пола до уровня $\geq 2,0$ м, на расстоянии от рассевов не менее 1,15 м. Самотечные трубы на этаже ситовесечных машин можно проводить около продольной стороны ситовесечной машины между смотровыми окнами, вертикальная часть самотечных труб должна быть не ниже 2 м от пола.

В поперечном и продольном разрезах некоторые самотечные трубы находятся в одной плоскости и поэтому их проектируют в одну линию, возле которой проставляют их номера. Не допускается совпадение одних и тех же самотечных труб в поперечном и продольном разрезах, совпадение их может быть либо в поперечном, либо в продольном разрезе. Продукты, направляемые с разных систем на одну систему, необходимо собирать самотеками в один продуктопровод либо конвейер и транспортировать в соответствии со схемой технологического процесса на соответствующую систему.

Выполнение коммуникации упрощается, если каждая половина вальцового станка обслуживается одним продуктопроводом, одним циклоном-разгрузителем и одним приемом (секцией) рассева. Такой вариант увязки технологического оборудования одним транспортным механизмом наиболее целесообразен. Проектируя коммуникацию в продольном разрезе, необходимо основные и дополнительные продуктопроводы размещать между машинами, из которых забирается продукт и в которые он подается, выдерживая при этом углы наклона самотечных труб больше минимально допустимых (табл. 1).

1. Минимальные углы наклона (град) самотечных труб

Продукты			
Зерно:			
сухое (влажность до 15 %)	34	Мучка	50
после моечных машин и увлажнительных аппаратов (влажность свыше 15 %)	45	Продукты размольных систем	49
Продукты:		Схода размольных систем:	
I дражной системы	45	верхние	45
II » »	46	нижние	47
III и IV » »	48	Мука:	
Крупка:		крупчатка	47
крупная	40	мягкая высоких сортов	50
средняя	40	мягкая второго сорта	52
мелкая	44	Куколь	38
Дунст:		Овсяг	45
жесткий	47	Отходы сепараторов, обоечных и шеточных машин	50
мягкий	47	Оболочки после шелушителей	65
Относы ситовесечных машин	50	типа ЗНШ	
Схода вымольных систем:		Пыль:	
верхние	45	фильтров и батарейных циклонов размольного отделения	60
нижние	46	черная из зерноочистительного отделения	50
Отруби:		белая » »	51
крупные и средние	47		
мелкие	46		

Можно после одного циклона-разгрузителя направлять продукт в две секции рассева, обеспечивая равномерное деление продукта на каждую секцию. Не рекомендуется одним продуктопроводом транспортировать продукт в три секции рассева, так как после циклона-разгрузителя невозможно равномерно разделить продукт на три части.

Параллельно с графическим выполнением коммуникации заполняют ведомость движения продуктов (табл. VIII-2). Первые шесть колонок ведомости целесообразно заполнить на основании схемы технологического процесса до графического выполнения коммуникации в разрезах. Это положение общее для выполнения коммуникации для всех зерноперерабатывающих предприятий. Последующие восемь колонок заполняют в процессе графического выполнения коммуникации по конкретному продукту каждой системы. В колонке 12 проставляют фактический угол наклона самотечной трубы, который определяют по номограмме (рис. VIII-6) следующим образом. На двух угловых шкалах номограммы откладывают величину наклона самотечной трубы, который вызывает сомнение в поперечном и продольном разрезах на одном этапе.

Из шкал через фиксированные значения угла наклона самотечной трубы проводят лучи до их пересечения на поле номограммы. Точка пересечения показывает по вертикальной (правой либо левой) шкале номограммы фактический угол наклона самотечной трубы. Фактический угол наклона самотечной трубы должен быть больше минимального, для того чтобы можно было использовать меньше дополнительных транспортных механизмов.

Особенность коммуникации размольного отделения мукомольного завода мощностью 500 т/сут на комплектном оборудовании состоит в отсутствии дополнительных продуктопроводов. Это объясняется тем, что используются горизонтальные участки продуктопроводов значительной длины, а также винтовые конвейеры для подачи продукта в вальцовые станки. В пневмоприемники поступают промежуточные продукты с вальцовых станков и сортировочных систем. На мукомольном заводе применяют пневмоприемники У2-БПО и разгрузители. Для транспортирования промежуточных продуктов использовано 86 продуктопроводов ϕ 54...140 мм. Мука первого и второго потоков транспортируется на контроль в каждой секции двумя нагнетательными линиями пневмотранспорта производительностью соответственно до 8,0 и до 4,0 т/ч. В отделение бестарного хранения мука первого и второго потоков подается пневмоустановками через трубопроводы, имеющие ϕ 120 мм.

В зерноочистительном отделении мукомольного завода на комплектном оборудовании коммуникация состоит из семи пневмотранспортных установок в каждой секции и винтовых конвейеров РЗ-БКШ, а также гравитационного (самотечного) транспорта.

На рисунках VIII-7...VIII-10 представлено графическое выполнение коммуникации в зерноочистительном и размольном отделениях муко-

VIII-2. Ведомость движения продуктов

Но- мер п/п	Наименование машин по схеме	Число ма- шин	Наименование продукта		Куда посту- пает продукт	Способ перемещения				Угол наклона самотечной трубы, °		Примечание	
			поступаю- щего	выходя- щего		само- теком (но- транс- портом)	пнев- мо- веи- ром	кон- вей- ром	нори- сй	по норме чечеи	факти- чески		Этап про- верки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Зерноочистительное отделение

1	Бункера неоочищен- ного зерна № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11...18	12	Зерно	Зерно	Устройство весовое УРЗ-1	1	—	—	—	34	Запол- няют	Самотечная труба, Ø 120 мм
---	---	----	-------	-------	--------------------------------	---	---	---	---	----	----------------	----------------------------------

Размольное отделение

1	Бункер 1 др. с.	1	Зерно	Зерно	Весы	1	—	—	—	45	Прини- мания	Самотечная труба, Ø 120 мм
2	Весы	1	То же	То же		2	—	—	—	45		
3	Магнитная колонка У1-ММП-01	1	»	»		3	—	—	—	45		
4	Вальцовый станок 1 др. с.	1,5	»	Продукт	Рассев 1 др. с.	4	1, 2, 3	—	—	45		
5	Рассев 1 др. с.	3/6	Продукт 1 др. с.	1-й сход	Вальцовый станок 1 др. с. и да- лее по схе- ме	5		—	—	45		

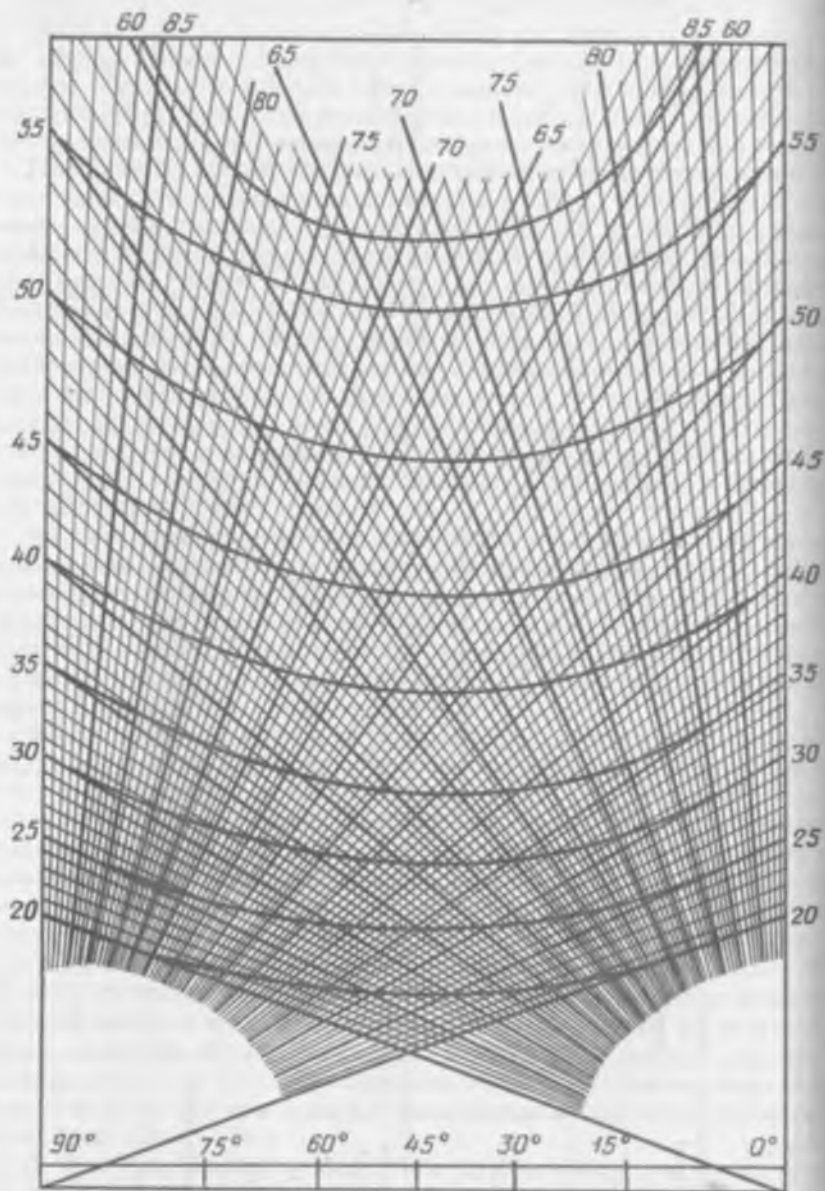


Рис. VIII-6. Номограмма для определения угла наклона самотечных труб (по К. Н. Тюменеву)

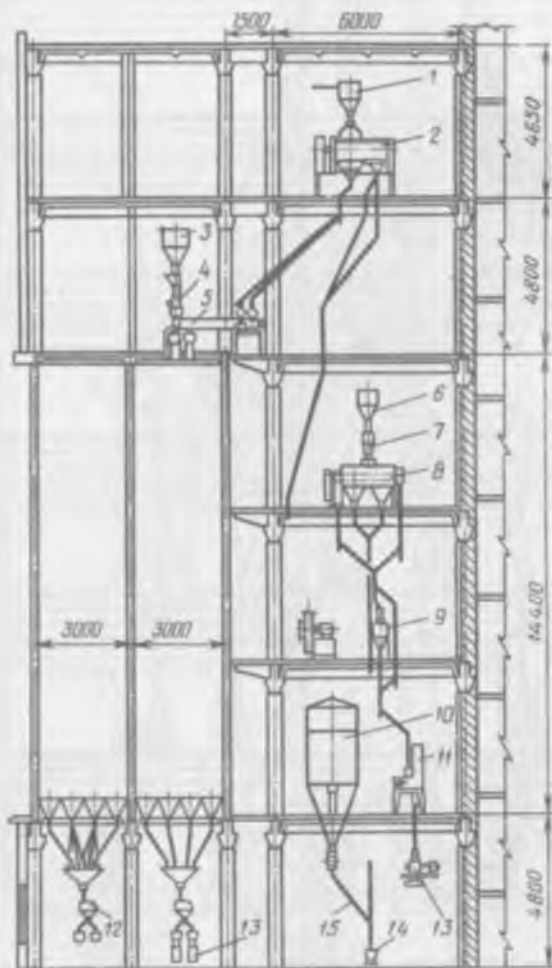


Рис. VIII-7. Продольный разрез мукомольного завода мощностью 250 т/сут по зерноочистительному отделению (коммуникация);

1, 6 — разгрузители У2-БРО; 2 — куколеотделительные машины А9-УТК-6; 3 — разгрузитель У2-БРО; 4 — увлажнительный аппарат А1-БАЗ; 5 — установка А1-БШУ; 7 — магнит У1-БМП-01; 8 — обоечная машина РЗ-БГО-8; 9 — зитолейтор РЗ-БЭЗ; 10 — фильтр РЦИ; 11 — аспиратор РЗ-БАБ; 12 — весовое устройство УРЗ-1; 13 — шлюзовые питатели РЗ-БШЗ; 14 — конвейер РЗ-БКШ-20; 15 — самотечная труба

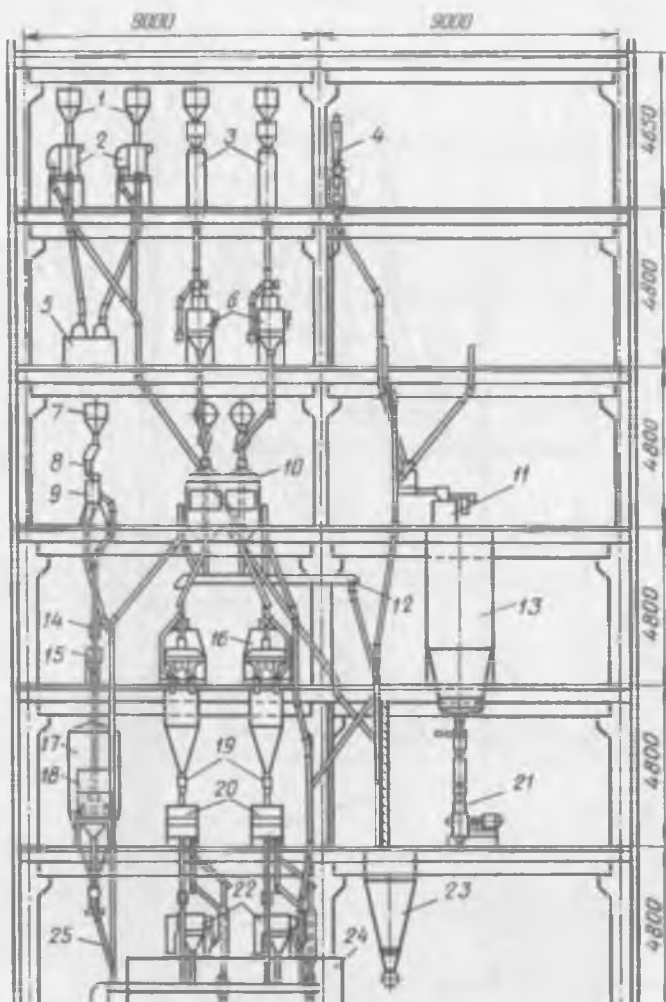


Рис. VIII-8. Поперечный разрез мукомольного завода мощностью 250 т/сут по зерноочистительному отделению (коммуникация):

1, 7 — разгрузители У2-БРО; 2 — триеры А9-УТК-6; 3 — подогреватели зерна БПЗ; 4 — ракушечники АУ2-БЦР; 5 — установка А1-БШУ; 6 — автоматические весы АД-50-ЗЗ; 8, 14 — магниты У1-БМП-01; 9 — горизонтальная обочная машина РЗ-БГО-8; 10 — сепаратор А1-БИС-12; 11 — автоматические весы АД-50-МЗ; 12 — конвейер РЗ-БКШ-20; 13 — бункер для отходов I-II категории; 15 — интелентор РЗ-БЗЗ; 16 — камнеотделительная машина РЗ-БКТ; 17 — фильтр РЦИ; 18 — аспиратор РЗ-БАВ; 19 — весовое устройство УРЗ-1; 20 — концентратор А1-БЗК-9; 21 — дробилка ДМ; 22 — обочная машина РЗ-БГО-6; 23 — бункер для отходов III категории и кукол; 24 — конвейер РЗ-БКШ; 25 — самотечная труба

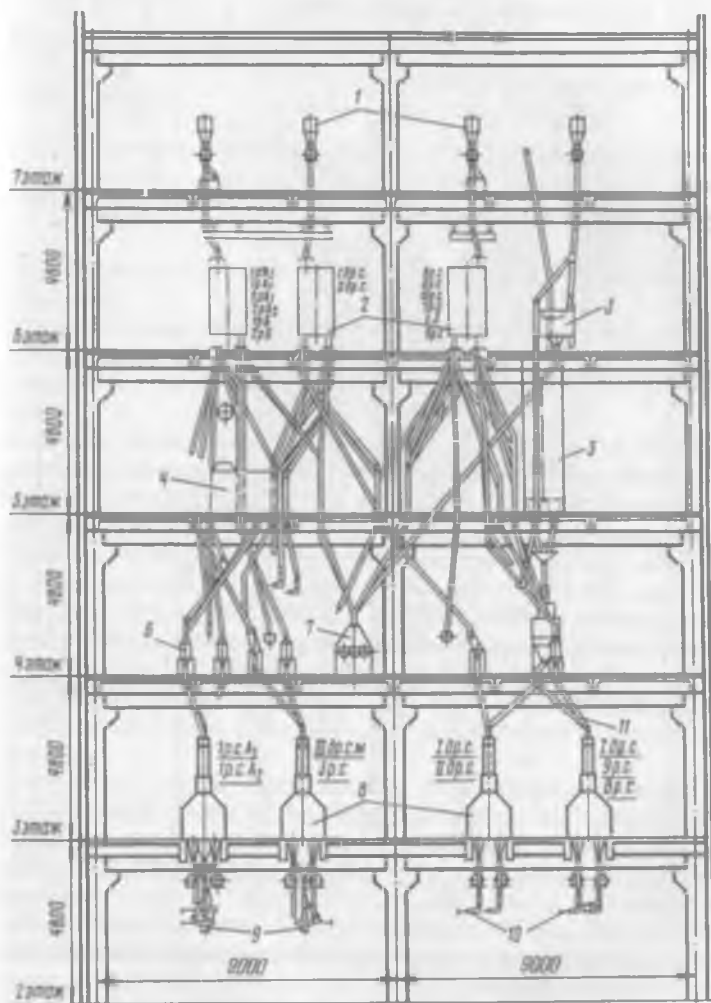


Рис. VIII-9. Поперечный разрез мукомольного завода мощностью 250 т/сут по размольному отделению (коммуникация):

1 — разгрузители ЦР; 2 — решеты РЗ-БРБ; 3 — виброцентрофугал РЗ-БЦА; 4 — ситовая машина А1-БСО; 5 — бункер над 1 дражной системой; 6 — магниты У1-БММ; 7 — система конвейеров РЗ-БКШ; 8 — вальцовые станки А1-БЗН; 9 — энтолейторы; 10 — продуктопроводы

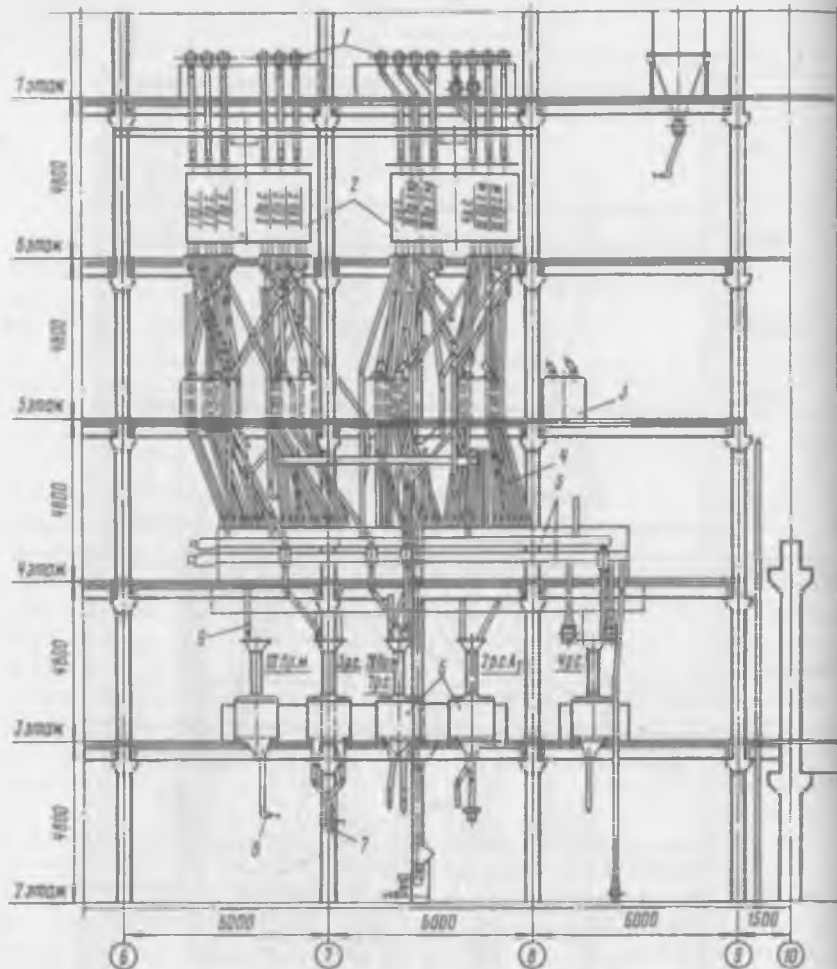


Рис. VIII-10. Продольный разрез мукомольного завода мощностью 250 т/сут по размольному отделению (коммуникация):

1 — шлюзовые устройства; 2 — рассевы РЗ-БРБ; 3 — ситовая машина А1-БСО; 4 — самотечные трубы; 5 — винтовые конвейеры РЗ-БКШ-200; 6 — вальцовый станок А1-БЗН; 7 — энтолейторы; 8 — продуктопровод; 9 — самотечная труба

мольного завода мощностью 250 т/сут на комплектном оборудовании. В состав оборудования входит комплект унифицированных деталей гравитационного транспорта. Некоторые детали представлены на рисунке VIII-11. Гравитационный транспорт является важной составной частью оборудования. От его качества зависят нормальное



Рис. VIII-11. Примеры унифицированных деталей гравитационного транспорта:
а — труба; б — сектор; в — хомут; г — колено; д — одинарный вход; е — симметрический вход

функционирование технологического процесса, санитарное состояние предприятия.

Индустриальное изготовление деталей гравитационного транспорта и комплектная поставка его на строительную площадку позволяют сократить сроки монтажа при одновременном улучшении его качества.

Комплект деталей гравитационного транспорта поставляет завод по заказным спецификациям. Гравитационный транспорт из унифицированных деталей монтируют на предприятии по чертежам коммуникаций. Проект гравитационного транспорта дает возможность определить номенклатуру и число деталей, необходимых для монтажа, и, что очень важно, дает представление монтажнику, в каком порядке производить сборку этих деталей, соблюдая необходимые углы спада и нормы прохода между оборудованием. Гравитационный транспорт, смонтированный из унифицированных деталей, удобен в эксплуатации, так как его можно менять, варьируя технологическую схему. Некоторое количество запасных деталей позволяет быстро заменять изношенные.

Самотечные трубы, применяемые в зерноочистительном отделении для подачи зерна в машины, а также на выпуске зерна из бункеров неочищенного зерна и отволаживания, имеют ϕ 120 мм. Промежуточные продукты размольного отделения перемещают по самотечным трубам ϕ 120 мм. Потоки муки после рассевов подаются в сборные шнеки по самотечным трубам ϕ 100 мм. Для перемещения продукта в вымольные машины, муки из автоматических весов в размольном отделении, отходов из автоматических весов используют самотечные трубы ϕ 150 мм. Отруби в отделении готовой продукции транспортируют по самотечным трубам ϕ 200 мм, а муку в данном отделении — по трубам ϕ 300 мм. Самотечные трубы размещают вдоль стен с соблюдением нормативных проходов и требований промышленной эстетики.

Внутрицеховую коммуникацию крупяных заводов выполняют в поперечном и продольном разрезах зерноочистительного и шелушильного отделений с заполнением ведомости движения продуктов на основании схемы технологического процесса, нормативно-спра-

вочных материалов и планов размещения технологического оборудования.

Особенность коммуникации состоит в том, что должен быть предусмотрен в зерноочистительном и шелушильном отделениях переход от переработки зерна одной культуры на другую, для чего необходимо выключать и включать отдельные машины.

Коммуникацию целесообразно вначале выполнить по более сложной схеме технологического процесса, например по схеме переработки гречихи (взаимозаменяемая схема гречихи — просо). Рациональное размещение технологического оборудования и транспортных механизмов позволяет провести коммуникацию без дополнительных транспортных механизмов.

Характеристика самотечных труб, применяемых на крупных заводах для транспортирования сырья, продуктов переработки и готовой продукции, приведена в таблице VIII-3. В скобках указана характеристика самотечных труб, входящих в комплектное оборудование.

VIII-3. Характеристика самотечных труб

Продукты	Диаметры труб, мм	
	для крупных заводов мощностью	
	до 60 т/сут	свыше 60 т/сут
Зерно	125 (120)	140 (150)
Отходы	125 (120)	125 (120)
Лузга	140 (150)	180 (200)
Мучка	125 (120)	140 (150)
Из-под шелушильных и шлифовальных машин	140 (150)	180 (200)
После отбора лузги	125 (120)	140 (150)
Крупа	125 (120)	140 (150)
Хлопья	125 (120)	140 (150)

Минимальные углы наклона самотечных труб для перемещения зерна, крупы и продуктов переработки принимают по данным таблицы VIII-4.

VIII-4. Физическая характеристика крупных культур и продуктов их переработки

Продукты	Объемная масса, кг/м³	Плотность, г/см³	Угол наименьшего наклона трубы, град	Средняя скорость движения, м/с
----------	-----------------------	------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Просо и продукты его переработки

Просо рядовое (семь типов)	728	1,11	30	8,3
Продукты шелушения проса				

Продукты	Объемная масса, кг / м³	Плотность, г / см³	Угол наимень- шего наклона трубы, град	Средняя скорость ви- тания, м / с
после вальцедесковых стан- ков:				
1-й системы	687	1,12	35	7,0
3-й »	774	1,35	36	7,0
Пшено шлифованное 2-го сорта	825	1,50	33	7,0
Дробленка кормовая	800	1,35	40	4,5
Мучка просяная	400	—	48	1,5
Лузга »	203	—	40	2,0

Гречиха и продукты ее переработки

Гречиха:				
крупная	610	1,13	30	—
после гидротермической обработки	622	1,15	32	—
Продукты шелушения гречи- хи после вальцедескового стан- ка II фракции	585	1,23	35	—
Крупа гречневая:				
ядрица пропаренная	786	1,30	32	—
продел	693	1,35	37	—
Лузга гречневая	193	—	36	2,5

Овес и продукты его переработки

Овес:				
рядовой	521	1,11	33	7,0
щуплый (отходы зерно- очистительного отде- ления)	—	1,08	38	5,5
Продукты шелушения овса по- сле обоечной машины (основ- ная система)	674	—	42	6,0
Крупа овсяная недробленая пропаренная 1-го сорта	769	1,32	34	6,5
Дробленка кормовая (отсев от крупы)	631	1,28	41	5,5
Мучка овсяная (кормовая)	460	—	50	2,0
Лузга овсяная	140	—	34	

Рис и продукты его переработки

Рис рядовой безостый	495	1,20	40	—
Продукт после шелушения ри- са в поставе	493	1,27	42	—
Рис обработанный шлифован- ный:				
1-го сорта	860	1,43	37	—
дробленый	872	1,43	36	—
Мучель рисовая белая	489	—	53	2,5
Лузга рисовая	150	0,96	44	3,5

Продукты	Объемная масса, кг / м³	Плотность, г / см³	Угол наимень- шего наклона трубы, град	Средняя скорость ви- тания, м / с
----------	-------------------------------	-----------------------	--	---

Ячмень и продукты его переработки

Ячмень рядовой	715	1,31	30	9,0
Пенсак (после шелушения)	798	1,40	35	8,0
Продукт после 3-й полироваль- ной системы (ЗШН)	840	1,41	40	7,5
Крупа перловая				
№ 1	824	1,41	32	7,5
№ 3	808	1,36	36	7,2
№ 5	802	1,42	36	6,0
Лузга ячменная	210	—	40	1,8

Пшеница и продукты ее переработки

Пшеница:	790	1,35	36	9,5
после 2-й системы шелу- шения в обоечной маши- не	824	1,39	34	8,0
Продукт после дробления	685	1,37	41	7,5
пшеницы в вальцовом станке				
Продукт после 3-й шлифоваль- ной системы (ЗНШ)	779	1,42	39	7,3
Продукт после 2-й полироваль- ной системы (ЗНШ)	810	1,41	36	7,0
Крупа Полтавская:				
№ 1	840	1,39	31	7,5
№ 3	808	1,38	34	6,0
Крупа Артек	734	1,38	37	5,5

Кукуруза и продукты ее переработки

Кукуруза зубовидная рядовая	767	—	28	11,5
Продукт после 1-й системы	511	—	44	6,2
дробления (в вальцовом стан- ке)				
Крупа кукурузная шлифован- ная:				
№ 1	745	—	37	6,0
№ 3	772	1,38	35	5,5
№ 5	770	1,38	42	5,5
Зародыш кукурузный	319	1,16	47	—
Отруби кукурузные	384	—	43	4,0
Мука кукурузная крупного по- мола	579	—	55	2,5

Горох и продукты его переработки в крупу

Горох рядовой (смесь типов)	771	1,37	28	—
Отходы (мелкий горох + от- ходы зерноочистительного от- деления)	735	1,32	33	11,5
Продукт после 1-й шелушил- ной системы	766	1,29	35	—

Продукты	Объемная масса, кг / м ³	Плотность, г / см ³	Угол наимень- шего наклона трубы, град	Средняя скорость ви- тания, м / с
Горох очищенный полирован- ный:				
цельный	795	1,36	23	—
колотый	825	1,39	34	—
Гороховая мука с сечкой (кор- мовая)	670	—	42	4,5

Коммуникацию на комбикормовых заводах выполняют с размещением технологического оборудования в соответствии с поэтажной схемой технологического процесса. Особенность комбикормовых заводов состоит в применении двух видов транспорта — пневматического и механического, а также в наличии самостоятельных технологических линий, работающих параллельно от приемки до линии дозирования — смешивания компонентов.

Для внутрицехового перемещения сырья и готовой продукции используют самотечный, механический, пневматический и аэрозольный транспорт. Передачу сырья в комбикормовый цех рекомендуется осуществлять механическим или пневматическим, аэрозольным транспортом. Для транспортирования готовой продукции после линии дозирования — смешивания следует применять механический транспорт во избежание самосортирования рассыпного комбикорма, которое возможно при пневмотранспорте (ВНТП 02—86).

Применяемые на комбикормовых заводах самотечные трубы изготавливают из черной и оцинкованной стали. Самотечные трубы из оцинкованной стали (Ø 140; 180 мм) применяют для незерновых продуктов (табл. VIII-5).

VIII-5. Характеристика самотечных труб

Назначение самотечной трубы	Диаметр труб (мм) при производительности линий, т / ч				Толщина стенок, мм
	до 5	до 10	до 20	более 20	
Для приемки сырья (прием- ные устройства, корпус сырья) и отпуска готовой продукции (отпускные устройства, кор- пус готовой продукции)	220	220	220	300	2,0
Для зернового сырья (произ- водственный корпус)	140	140	180	220	2,0
Для остальных видов сырья, промежуточных продуктов,	140	180	180	220	0,7-1,0

Назначение самотечной трубы	Диаметр труб (мм) при производительности линий, т/ч				Толщина стенок, мм
	до 5	до 10	до 20	более 20	
получаемых в процессе производства и готовой продукции (производственный корпус) Для отходов	140	140	140	180	0,7...1,0

Выполняя коммуникации на комбикормовых заводах, обеспечивают фактический угол (град) наклона самотечной трубы, который должен быть больше минимально допустимого для:

зернового сырья	36
отрубей, продуктов измельчения и комбикорма	47
мучки, кормовых продуктов пищевых производств, минеральных кормов, отходов	50
относов аспирационных сетей	55

§ 2. МЕХАНИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

Винтовые конвейеры. На мукомольных заводах на комплектном оборудовании для подъема зерна и продуктов его переработки используют только пневматический способ. Исключение составляет подъем гранулированных отрубей, который осуществляют норией I-2 X 20. Для горизонтального транспортирования применяют различные по конструкции винтовые и цепные конвейеры. Большое распространение имеют винтовые конвейеры РЗ-БКШ из унифицированных секций. Эти секции длиной 1000, 1500 и 2000 мм позволяют собирать конвейеры различных исполнений.

При подборе винтовых конвейеров из унифицированных секций в первую очередь устанавливают исходные данные: транспортируемый продукт, производительность, длину конвейера, технологическую схему (места загрузки и разгрузки, наличие люков для обслуживания, вид спирали, направление движения продукта).

По таблице VIII-6 выбирают необходимую мощность привода. Непосредственно к приводу должна примыкать секция начальная или начальная разгрузочная. В конце конвейера устанавливают секцию конечную разгрузочную.

Унифицированные секции укомплектованы опорными лапами. При необходимости можно предусматривать крепление конвейеров за верх желобов. Маркировка приводов и секций состоит из базового обозначения и порядкового номера исполнения. Например: СП-200-1. Базовое исполнение включает буквенную часть, которая расшифро-

пневмотранспортной установки используют несколько зависимостей.

1. Уравнение постоянства расходов воздуха

$$Q = vF_i,$$

где Q — расход воздуха в любом i -ом сечении трубы пневмотранспортной установки, м³/с; v — скорость воздуха в сечении F_i , м/с; F_i — площадь поперечного сечения трубы, м².

Поскольку

$$F = \pi D^2/4, \text{ то } D = 0,146\sqrt{\frac{Q}{v}},$$

где D — диаметр i -го сечения трубы, м.

2. Уравнение, определяющее коэффициент массовой концентрации μ (кг/кг) перемещаемого продукта в воздушном потоке

$$\mu = G_p/G_a,$$

где G_p — массовый расход продукта, кг; G_a — массовый расход воздуха, кг.

Поскольку

$$G_a = \rho Q, \text{ то } Q = \frac{G_a}{\rho\mu}; \rho = 1,2 \text{ кг/м}^3.$$

3. Общие потери давления H_c (Па) в пневмотранспортной сети

$$H_c = H_{cm} + H_{вч},$$

где H_{cm} — потери давления в пневмотранспортной части сети (пневмотранспорте), Па; $H_{вч}$ — потери давления в вентиляционной части сети, Па.

Для всасывающих пневмотранспортных установок

$$H_{cm} = H_{маш} + H_{пр} + H_r + H_{отв} + H_{мп} + H_{цр}, \quad (\text{VIII-1})$$

где $H_{маш}$ — потери давления в технологических машинах, Па; $H_{пр}$ — потери давления в пневмоприемнике, Па; H_r — суммарные потери давления на горизонтальных участках продуктопроводов, Па; $H_{отв}$ — суммарные потери давления в отводах, Па; $H_{мп}$ — суммарные потери давления на вертикальных участках продуктопроводов, Па; $H_{цр}$ — потери давления в циклоне-разгрузителе, Па.

Для нагнетающих пневмотранспортных установок

$$H_{cm} = H_{пит} + H_r + H_{отв} + H_{мп} + H_{цр},$$

где $H_{пит}$ — потери давления в питателе, Па.

Конечные результаты расчетов пневмотранспортной установки — определение скорости воздуха в продуктопроводах, размеров продуктопроводов и воздухопроводов, типоразмеров циклонов-разгрузителей и пылеотделителей, а также обоснованный выбор воздуходувной машины.

Для расчета пневмотранспортных установок разработаны институтом ЦНИИПромзернопроект и действуют методики и указания для различных видов пневматического транспорта:

Указания по проектированию внутрицехового пневматического транспорта на мельницах (1971 г.);

Указания по проектированию междоусового пневматического транспорта (1971 г.);

Указания по проектированию мельничных аэрозольтранспортных установок (1971 г.);

Методика расчета установок для аэрозольтранспорта сыпучих материалов комбикормового производства.

Компоновка всасывающих пневмотранспортных установок для продуктов размола зерна. Пневматический транспорт включает следующие элементы: приемное устройство типа отвод или тройник; горизонтальный и вертикальный продуктопроводы; циклон-разгрузитель со шлюзовым затвором. Вместе с тем имеются отдельные конструктивные особенности и отличия в составе и компоновке оборудования.

Пневмотранспортные установки имеют два вентилятора — высокого и среднего давления. Для очистки отработавшего воздуха используется фильтр-циклон с регенерацией фильтровальной ткани рукавом сжатым воздухом. Фильтр-циклон устанавливают после вентилятора высокого давления. После фильтра-циклона расположен вентилятор среднего давления. Таким образом, запыленный воздух проходит через вентилятор высокого давления. Такое расположение вентилятора позволяет не применять глушитель аэродинамического шума. Перед вентилятором высокого давления устанавливают автоматический поворотный клапан, который дросселирует воздушный поток при включении вентилятора, предотвращая перегрузку электродвигателя.

Циклоны-разгрузители У2-БЦР имеют одинаковый размер по высоте и различные диаметры цилиндрической части. После циклонов-разгрузителей в выхлопном патрубке монтируют дроссельные вставки, которые используют для регулирования вручную скорости воздуха в продуктопроводах при эксплуатации пневмотранспортных установок.

Продуктопроводы размольного отделения имеют горизонтальные участки большой протяженности, что сокращает число перекидных продуктопроводов и уменьшает протяженность коммуникации. Продуктопроводы после отвода с горизонтали на вертикаль имеют больший диаметр, чем на горизонтальном участке. Последующий участок трубы насаживается на предыдущий и сваривается, соединение участков одного диаметра и смотровых стеклянных вставок осуществляется в стык при помощи резиновых манжетов.

Пневмоприемники выполнены в виде отводов с уменьшающимся, как правило, диаметром по движению продукта. На нижней части пневмоприемников сделаны отверстия для дополнительного подсоса воздуха. Закрывая эти отверстия резиновыми или пластмассовыми пробками, регулируют количество воздуха, отсасываемого непосредственно от машин. В продуктопроводы первых размольных

систем ввод продукта осуществляется непосредственно из энтолейторов.

Расчет всасывающих пневмотранспортных установок по материальным методикам ВНПО «Зернопродукт». При расчете пневмотранспортных установок определяют следующие данные: скорость воздуха в продуктопроводах; диаметры продуктопроводов и воздухопроводов; потери давления в элементах установок; размеры циклонов-разгрузителей; подачу и давление вентилятора; мощность электродвигателей вентиляторов.

Исходные данные для расчета должны включать:

плоскостную развертку пневмотранспортных установок и геометрических размеров продуктопроводов: длины горизонтальных и вертикальных участков (исключая длину отводов), радиусы и углы отводов;

вид транспортируемых продуктов;

проектные расходы продукта в продуктопроводах (по балансу технологического процесса), расчетный расход продуктов G (кг/с) принимают с запасом 15 %;

тип машин, из которых транспортируется продукт (вальцовые станки, просеиватели, энтолейторы и др.);

тип пневмоприемников (тройник, отвод).

Расчет параметров транспортирования заключается в подборе продуктопроводов так, чтобы потери давления в пневмотранспортерах одной и той же сети не различались более чем на 1 кПа и не превышали лимита по давлению, равному 9,5 кПа.

Расчет целесообразно начинать с наиболее нагруженного и наиболее протяженного продуктопровода (по магистральному направлению).

Скорость воздуха V (м/с) на входе в продуктопровод определяют по формуле

$$v = k(10,50 + 0,57v_{\text{вит}}), \quad (\text{VIII-2})$$

где k — коэффициент запаса; $v_{\text{вит}}$ — скорость витания данного продукта, м/с (табл. VIII-7)

VIII-7. Скорость витания $v_{\text{вит}}$ и коэффициенты k и A_r
для продуктов размола пшеницы

Продукты	$v_{\text{вит}}$, м/с	k	A_r
Мука			
в. с.	1,0	1,8	110
1-го с.	1,2	1,8	110
2-го с.	1,3	1,8	110
Отруби	2,5	1,5	110
Манная крупа:	3,2	1,5	135
I др. с.	5,5	1,5	135
II »	3,8	1,7	135
III »	3,0	1,7	135

Продукты	$v_{\text{вит}}, \text{ м/с}$	k	A_r
IV »	2,0	1,7	135
V »	2,0	1,5	110
VI »	2,0	1,5	110
Сортир. № 1...4	1,8	1,7	135
1-я...3-я р. с.	1,8	1,7	135
1...2-я шл. с.	3,0	1,7	135
3-я шл. с.	3,0	1,7	110
Остальные размольные системы, проход вымольных машин, относы фильтров	1,6	1,5	110
Крупки крупные	4,0	1,5	135
Средняя и мелкая крупка I...III др. с. и 1-я шл. с.	3,0	1,5	135

Диаметр продуктопровода определяют следующим образом. Продуктопровод состоит, как правило, из двух участков. На первом участке внутренний диаметр D_1 выбирают равным ближайшему следующего ряда: 45, 50; 55; 60; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120 мм. После энтолейторов $D_1 = 75; 80; 85; 90; 95$ мм. Для продуктопроводов, транспортирующих продукты из вальцовых станков, не рекомендуется принимать трубы диаметром менее 60 мм.

Второй участок продуктопровода начинается после отвода с горизонтали на вертикаль. Внутренний диаметр продуктопровода на втором участке принимают равным

$$\begin{aligned} \text{при } D_1 \leq 95 \text{ мм } D_2 &= D_1 + 5 \text{ мм;} \\ \text{при } D_1 > 95 \text{ мм } D_2 &= D_1 + 10 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Для продуктопроводов применяют трубы с толщиной стенки

$$\begin{aligned} \text{при } D \leq 95 \text{ мм } b &= 2,5 \text{ мм;} \\ \text{при } D > 95 \text{ мм } b &= 5,0 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Диаметр продуктопровода D_1 (мм) на первом участке вычисляют по формуле

$$D_1 = 1,1 \cdot 10^{-2} G^{0,33} v_{\text{вит}}^{-0,20} v,$$

где G — расчетный расход продукта, кг/с (по балансу); $v_{\text{вит}}$ — скорость витания продукта, м/с; v — скорость воздуха на входе в продуктопровод, м/с.

Диаметр продуктопровода можно определить и по номограмме, представленной на рисунке VIII-12.

Потери давления в горизонтальном продуктопроводе H_r (Па) вычисляют по формуле

$$H_r = H_{\text{ог}}(1 + K_r + \mu),$$

где H_r — потери давления в горизонтальном продуктопроводе, Па; $H_{\text{ог}}$ — потери давления при перемещении чистого воздуха на горизонтальном участке, Па; K_r — экспериментальный коэффициент; μ — массовая концентрация продукта, кг/кг.

Потери давления $H_{\text{ог}}$ вычисляют по формуле

$$H_{\text{ог}} = 1,2 \cdot 10^{-2} L_r v^{1,75} D_r^{-1,25}, \quad (\text{VIII } 3)$$

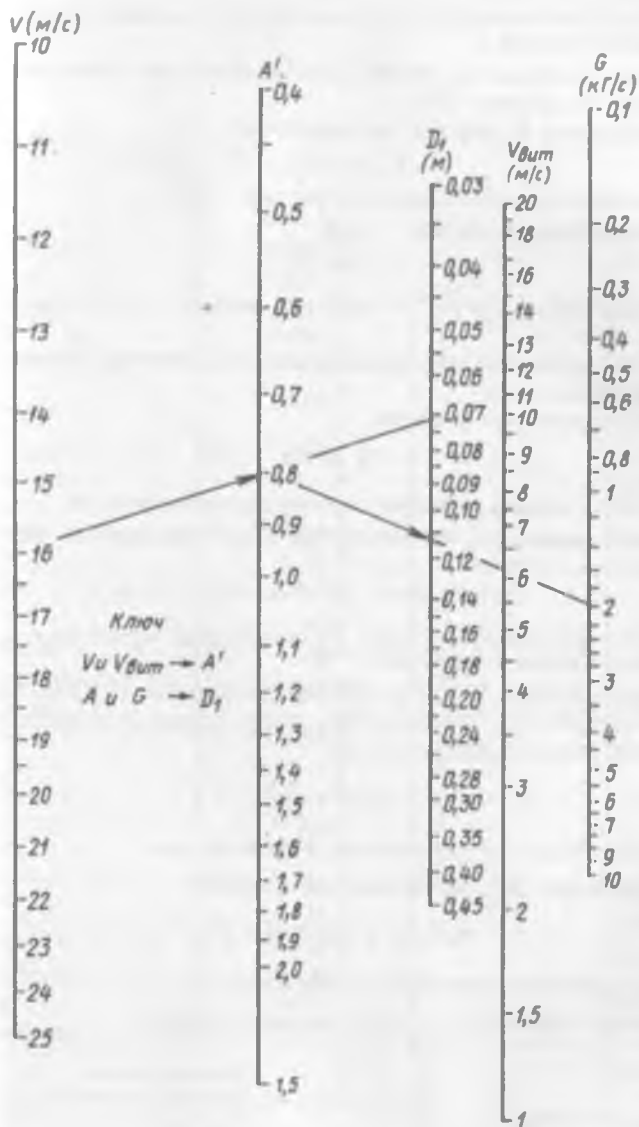


Рис. VIII-12. Номограмма для определения D_1

где L_r — длина горизонтального продуктопровода, м; v — скорость воздуха, м/с; D_r — диаметр продуктопровода, м.

Потери давления $H_{от}$ можно определить и по номограмме, представленной на рисунке VIII-13.

Коэффициент K_r находят из выражения

$$K_r = A_r D_r v^{1.25},$$

где A_r — экспериментальный коэффициент (см. табл. VIII-7).

Массовая концентрация

$$\mu = \frac{G}{\rho Q},$$

где G — расход продукта, кг/с; ρ — плотность воздуха, кг/м³; Q — расход воздуха, м³/с.

Плотность воздуха для нормальных атмосферных условий принимают равной 1,2 кг/м³.

Расход воздуха по формуле

$$Q = Fv,$$

где $F = 0,785D^2$ — площадь поперечного сечения продуктопровода, м².

Потери давления в отводах $H_{отв}$ (Па) определяют по формуле

$$H_{отв} = H_{отв.0} (1 + K_{отв} \mu) B K_p \frac{v^2}{2} \mu,$$

где $H_{отв.0}$ — потери давления в отводе при перемещении чистого воздуха, Па; $K_{отв}$, K_p — экспериментальные коэффициенты.

Потери давления $H_{отв.0}$ определяют по формуле (VIII-3), где вместо L , представляют $L_{отв}$ — развернутую длину отвода и соответствующий внутренний диаметр трубы отвода

$$L_{отв} = \frac{\pi r \alpha}{180},$$

где r — радиус отвода, м; α — центральный угол отвода, град.

Коэффициент $K_{отв}$ вычисляют по формуле

$$K_{отв} = B^1 D v^{-1.25} \left(\frac{r}{D} \right)^{-m},$$

где B^1 и m — постоянные коэффициенты (табл. VIII-8).

VIII-8. Значение коэффициента B^1 , m и E для расчета отводов

Направление продуктов	Продукты размола				
	m	грубые		мягкие	
		B^1	E	B^1	E
С вертикали на горизонталь	0,23	450	1,32	320	1,41
С горизонтали на вертикаль	0,15	500	0,99	400	1,15
В горизонтальной плоскости	0,18	480	1,15	370	1,25

К грубым продуктам размола зерна относят продукты I, II, III и IV драных систем, 1, 2 и 3-й размольных систем, крупную крупку, продукты сортировочных систем. Мягкими продуктами размола зерна считают все остальные продукты и муку.

Коэффициент K_p определяют по формуле

$$K_p = E \left(\frac{r}{D} \right)^{-m},$$

где E — экспериментальный коэффициент, который принимают по таблице VIII-8.

Коэффициент определяют по таблице VIII-9. При длине продуктопровода за отводом до 1 м принимают $\beta = 0$.

VIII-9. Значение коэффициента β

Расположение продуктопровода после отвода и транспортируемый продукт	Отношение r/D	Длина продуктопровода за отводом, м						
		1,1...2,0	2,1...3,0	3,1...4,0	4,1...5,0	5,1...6,0	6,1...7,0	7,0
Горизонтальное: грубые продукты размола мягкие » »	5...9,9	0,30	0,54	0,73	0,85	0,91	0,96	1,00
	10...25							
	5...9,9	0,25	0,45	0,63	0,75	0,84	0,92	0,97
	10...25	0,28	0,48	0,65	0,80	0,87	0,95	1,00
Вертикальное: грубые продукты размола мягкие » »	5...9,9	0,35	0,60	0,78	0,90	0,96	1,00	1,00
	10...25	0,40	0,70	0,82	0,95	1,00	1,00	1,00
	5...9,9	0,30	0,52	0,70	0,85	0,92	0,97	1,00
	10...25	0,33	0,57	0,75	0,89	0,95	1,00	1,00

Потери давления $H_{мп}$ (Па) в вертикальном продуктопроводе вычисляют по формуле

$$H_{мп} = H_{ов} + H_m = 1,2 \cdot 10^{-2} L v^{1,15} D + G(1,59 w D^{-2} + 12,50 L D^2 w^{-1} + 5,35 \cdot 10^{-3} L w D^{-3}),$$

где $H_{ов}$ — потери давления при перемещении чистого воздуха (определяют по формуле (VIII-3)), Па; L — длина вертикального продуктопровода, м; v — скорость воздуха в вертикальном продуктопроводе, м/с; D — диаметр вертикального продуктопровода, м; H_m — потери давления при перемещении продукта, Па; G — расчетный расход продукта, кг/с; w — средняя скорость частиц продукта, м/с.

Потери давления $H_{ов}$ можно определить также с помощью номограммы (см. рис. VIII-13).

Потери давления на перемещение продукта можно определить по формуле

$$H_m = G(A + B + C),$$

где A , B , C — промежуточные коэффициенты, которые определяют по специальной номограмме.

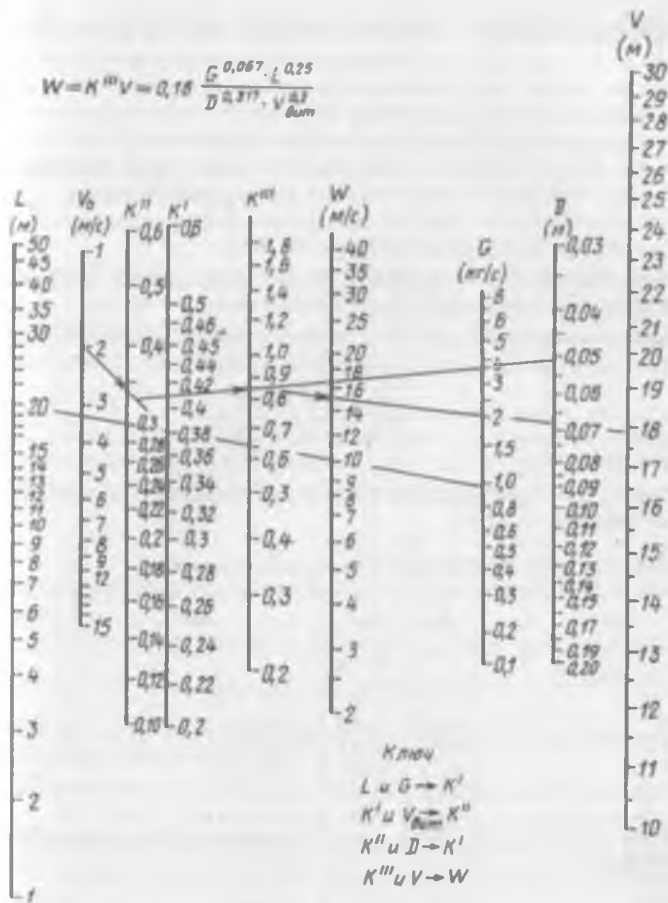


Рис. VIII-14. Номограмма для определения средней скорости частиц материала

Потери давления в технологическом оборудовании $H_{\text{маш}}$ принимают по данным, приведенным ниже:

Оборудование	Потери давления, кПа
Вальцовые станки	
при расходе воздуха, м ³ /с:	
0,2	1,5
0,2	1,0
Просеиватели, вымольные машины, вибропитатели	1,0

При установке энтолейторов непосредственно перед пневмоприемником $H_{\text{маш}} = 0$.

Среднюю скорость частиц продукта вычисляют по формуле

$$w = 0,18 G^{0,067} L^{0,25} D^{-0,31} v_{\text{внт}}^{-0,2} m \cdot v.$$

При определении $H_{\text{мп}}$ учитывают изменение скорости воздуха за счет изменения диаметра продуктопровода (второй участок). Скорость воздуха на втором участке определяют, используя формулу (VIII-2). Изменением плотности воздуха при этом пренебрегают.

Среднюю скорость частиц продукта можно определить по номограмме, представленной на рисунке VIII-14.

Потери давления в пневмоприемнике типа отвод и тройник принимают равными $H_{\text{пр}} = 1,0$ кПа.

Потери давления $H_{\text{цр}}$ (кПа) в циклоне-разгрузителе определяют по формуле

$$H_{\text{цр}} = Q^2 D_{\text{цр}}^{-3},$$

где Q — расход воздуха, м³/с, при плотности воздуха $\rho = 1,2$ кг/м³; $D_{\text{цр}}$ — диаметр циклона-разгрузителя, м;

Диаметр циклона-разгрузителя и тип шлюзового затвора определяют по таблице VIII-10.

VIII-10. Типы циклонов-разгрузителей и шлюзовых затворов

Марка	$D_{\text{цр}}$	Внутренний D_2 , м	Марка	D	Внутренний D_2 , м
У2-БЦР	0,160	0,050	У2-БЦР-11	0,290	0,090
У2-БЦР-01	0,190	0,055	У2-БЦР-12	0,340	0,080
У2-БЦР-02	0,220	0,060	У2-БЦР-13	0,340	0,085
У2-БЦР-03	0,220	0,065	У2-БЦР-14	0,340	0,090
У2-БЦР-04	0,250	0,065	У2-БЦР-15	0,340	0,095
У2-БЦР-05	0,250	0,070	У2-БЦР-16		
У2-БЦР-06	0,250	0,075	У2-БЦР-17	0,340	0,100
У2-БЦР-07	0,290	0,070	У2-БЦР-19	0,450	0,110
У2-БЦР-08	0,290	0,075	У2-БЦР-20	0,450	0,130
У2-БЦР-09	0,290	0,080	У2-БЦР-21		
У2-БЦР-10	0,290	0,085	У2-БЦР-22		

Примечания. 1. Правое исполнение при входе воздуха по часовой стрелке, левое — против часовой стрелки. 2. У циклонов У2-БЦР-14 и У2-БЦР-17 входной патрубок левый, а у циклонов У2-БЦР-15, У2-БЦР-16, У2-БЦР-19...У2-БЦР-22 — левый и правый. 3. У циклонов У2-БЦР...У2-БЦР-06 шлюзовой затвор РЗ-БШМ/1, а у циклонов У2-БЦР-07...У2-БЦР-22 — РЗ-БШМ/2.

Определив все составляющие потерь давлений в пневмотранспорте, находят и общие потери ($H_{\text{см}}$), которые не должны превышать 9,5 кПа. Если потери давления $H_{\text{см}}$ превышают 9,5 кПа, для расчета принимают больший диаметр продуктопровода из рекомендуемого ряда. Если потери давления меньше лимита по давлению, с учетом допустимой неувязки 1 кПа, то принимают меньший диаметр

продуктопровода из рекомендуемого ряда с ограничениями, указанными при выборе продуктопроводов.

Расчет параллельных пневмотранспортеров ведут по методике, указанной выше, при этом потери давления в параллельных пневмотранспортерах не должны отличаться более чем на 1 кПа.

Первоначальный диаметр труб D_i (м) параллельных продуктопроводов определяют по формуле

$$D_i = D_m \sqrt{G_i / G_m},$$

где D_m — диаметр магистрального продуктопровода в данной пневмоустановке, м; G_i — расход продукта в i -ом продуктопроводе, кг/с; G_m — расход продукта в магистральном продуктопроводе, кг/с.

Сопротивление фильтра H_ϕ (мПа) определяют по формуле

$$H_\phi = 0,1 q^{1,3}, \quad (\text{VIII-4})$$

где q — удельная нагрузка на 1 м² фильтрующей поверхности рукавов, м³/(м² · мин).

Удельную нагрузку вычисляют по формуле

$$q = 60 Q_\phi F_\phi^{-1},$$

где Q_ϕ — расход воздуха на входе в фильтр, м³/с; F_ϕ — площадь фильтрующей поверхности рукавов, м².

Расход воздуха на входе в фильтр Q_ϕ (м³/с) находят по формуле

$$Q_\phi = \sum Q_i + \sum \Delta Q_{цр},$$

где Q_i — расход воздуха в i -ом продуктопроводе, м³/с; $\sum \Delta Q_{цр}$ — суммарный подсос воздуха в циклонах-разгрузителях, м³/с.

Подсос воздуха в одном циклоне-разгрузителе принимают равным $\Delta Q_{цр} = 1,1 \cdot 10^{-2}$ м³/с. При выборе типа фильтра удельную нагрузку на фильтрующую ткань принимают не более 5 м³/(м² · мин). Тип фильтра и площадь фильтрующей ткани приведены в таблице VIII-11.

VIII-11. Характеристики фильтров с импульсной продувкой фильтрующих рукавов

Марка	Исполнение входного патрубка	Площадь фильтрующей поверхности, м ²	Длина рукавов, мм	Число рукавов
РЦИ 1,7-4	Правый и левый	1,7	1200	4
РЦИ 5,2-8	Правый	5,2	1800	8
РЦИ 6,9-16	Левый	6,9	1200	16
РЦИ 10,4-16	То же	10,4	1800	16
РЦИ 15,6-24	»	15,6	1800	24
РЦИ 23,4-36	Правый и левый	23,4	1800	36
РЦИ 23,4-36	Правый	23,4	1800	36
РЦИ 31,2-48	Правый и левый	31,2	1800	48
РЦИ-31,2-48	То же	31,2	1800	48
РЦИ 40,8-48	»	40,8	2400	48

Марка	Исполнение входного патрубка	Площадь фильтрующей поверхности, м²	Длина рукавов, мм	Число рукавов
РЦИ 46,8-72	Левый	46,8	1800	72
РЦИР 1,7-4	Правый и левый	1,7	1200	4
РЦИР 3,9-4	То же	3,9	1200	9

Примечание. Правое исполнение входного патрубка — при движении воздуха в фильтре по часовой стрелке, левое — против часовой стрелки. У фильтров, установленных в инспектор на конусе имеется люк.

Диаметры труб коллекторов и соединительных воздухопроводов определяют при скорости воздуха в них не менее 12...14 м/с. Диаметры воздухопроводов принимают из стандартного ряда диаметров труб для систем аспирации.

Расчетное полное давление вентиляторов H_p (кПа) определяют по формуле

$$H_p = H_\phi + H_{cm} + H_d + H_{возд} + H_{неучт},$$

где H_ϕ — сопротивление фильтра, кПа; H_{cm} — потери давления в магистральном пневмотранспорте, кПа; H_d — потери давления в дроссельной вставке, кПа; $H_{возд}$ — потери давления в коллекторе и воздухопроводах, кПа; $H_{неучт}$ — неучтенные потери давления, кПа.

Потери давления H_ϕ вычисляют по формуле (VIII-4), потери давления H_{cm} находят по формуле (VIII-1). Для расчета принимают максимальное значение H_{cm} (по магистральному пневмотранспорту). Потери давления в дроссельной вставке принимают равными $H_d = 3$ кПа. Неучтенные потери принимают $H_{неучт} = 1$ кПа.

При установке вентилятора высокого давления на этаже циклонов-разгрузителей и вентилятора среднего давления на этом же или ниже лежащем этаже $H_{возд} = 1$ кПа; в других случаях при большой протяженности соединительных воздухопроводов $H_{возд} = 1,5$ кПа.

Расчетное полное давление вентилятора среднего давления принимают равным $H_{всд} = 2,5$ кПа, тогда расчетное полное давление вентилятора высокого давления равно

$$H_{ввд} = H_p - H_{всд} = H_p - 2,5,$$

где $H_{ввд}$ — расчетное полное давление вентилятора высокого давления, кПа; $H_{всд}$ — расчетное полное давление вентилятора среднего давления, кПа; H_p — общее давление вентилятора, кПа.

Расчетную мощность $N_{ввд}$ (кВт) на валу электродвигателей ВВД рассчитывают по формуле

$$N_{ввд} = \frac{Q_{ввд} H_{ввд}}{\eta_{ввд}},$$

где $Q_{ввд}$ — подача воздуха вентилятором высокого давления, м³/с; $H_{ввд}$ — расчетное полное давление, кПа; $\eta_{ввд}$ — КПД вентилятора.

По аналогичной формуле вычисляя мощность на валу электродвигателя вентилятора среднего давления, при этом подача воздуха вентилятором среднего давления, с учетом подсоса в фильтре, равна $Q_{\text{ввд}} = 1,05 Q_{\text{вд}}$.

КПД вентиляторов принимают по характеристикам вентиляторов: для предварительных расчетов КПД принимают равным 0,7.

Расчетную установленную мощность $N_{\text{увд}}$ определяют по формуле:

$$N_{\text{увд}} = 1,2 N_{\text{вд}}.$$

Расчетная установленная мощность для вентилятора высокого давления типа ВПЗ не должна превышать 55 кВт, для вентилятора среднего давления РЗ-Б.В.Ц5-37—18,5 кВт.

Для выбора вентиляторов по характеристикам расчетные полные давления приводят к стандартным условиям, умножая $H_{\text{вд}}$ и $H_{\text{всд}}$ на коэффициент 1,2.

При вычислении плотности воздуха во входных патрубках вентиляторов следует учитывать разрежение, принимаемое равным соответствующим полным потерям давления, расчетную температуру воздуха в летний период и среднее атмосферное давление для данного района.

Расчет нагнетающих пневмоустановок. Эти установки предназначены для горизонтального и вертикального перемещения зерна пшеницы в соответствии со схемой технологического процесса очистки и подготовки зерна к помолу и размещением технологического оборудования.

Нагнетающие пневмотранспортные установки для зерна включают следующие элементы: воздуходувную машину, воздуховод, пневмоприемник со шлюзовым затвором, продуктопровод и разгрузитель. Схема установки показана на рисунке VIII-15.

Каждый продуктопровод, как правило, смонтирован из двух труб различного диаметра: первая — от пневмоприемника до середины вертикального участка с диаметром D_1 и вторая — от середины вертикального участка до разгрузителя с диаметром D_2 .

Применяют следующие внутренние диаметры труб для двухступенчатых продуктопроводов:

$$D_1/D_2 = 90/95; 110/120; 120/130.$$

В качестве разгрузителя в установках используют разгрузитель У2-БРО или пневмосепаратор РЗ-БСД, которые не требуют установки шлюзовых затворов на выходе зерна из них. Отработавший воздух очищают в аспирационных установках. Все пневмотранспортные установки, применяемые в зерноочистительном отделении мукомольных заводов, условно разделены на три типа (табл. VIII-12).

При расчете определяют потери давления и расход воздуха в установках, мощность на валу электродвигателя воздуходувной машины и максимальную производительность установки.

260

VIII-12. Типы и состав пневмотранспортных установок

Тип установ-ки	Расход зерна, т/ч	Диаметры продукто-проводов первого участка / второго участка	Марка		
			воздуходувной машины	пнеumoпри-емника	разгрузителя
I	6,0	90/95	ЗАФ-53К-51 Ц	У2-БПГ	У2-БРО
II	10,5	110/120	ЗАФ-57К-51 М	У2-БПБ-01	У2-БРО
III	10,5	120/130	ЗАФ-57К-51 Н	У2-БПА	У2-БРО

производительности каждого потока зерна либо по балансу технологического процесса.

Параметры транспортирования зерна рассчитывают графоаналитическим методом, вычисляя возможные производительности установки при различном положении рабочей точки на характеристике воздуходувной машины. Для этого строят графики $G = f(p)$ с последующим нахождением по нему давления, соответствующего проектной производительности установки.

Методика и порядок расчета состоят в следующем.

1. По заданному расходу зерна G принимают тип установки из таблицы VIII-12 с соответствующим оборудованием.

2. Характеристику $Q - p$ воздуходувной машины соответствующего типа установки разбивают по давлению на три — четыре равных участка в пределах от номинального давления агрегата до 10 кПа.

3. Находят производительность установки для принятых при разбивке значений и соответствующим им же характеристике расходом воздуха, начиная с наибольшего номинального давления по формуле

$$G_i = 300(Q_i - \Delta Q)(p_i - \Delta p)^{0,87} \cdot v_i^{-0,84} \cdot L^{-0,87},$$

где Q_i — подача воздуходувной машины при p_i , м³/с; ΔQ — утечка воздуха через шлюзовыи затвор ($\Delta Q = 0,009$ м³/с); p_i — давление воздуходувной машины в i -й точке характеристики воздуходувного агрегата, кПа; Δp — потери давления в воздуховоде ($\Delta p = 1$ кПа); v_i — скорость воздуха в конце продуктопровода, м/с; L — развернутая длина продуктопровода от оси шлюзового затвора до оси разгрузителя, м.

Скорость воздуха в конце продуктопровода определяют по формуле

$$v_i = \frac{Q_i - \Delta Q}{0,785 D_i^2},$$

где D_i — диаметр второго участка продуктопровода, м.

Полученная в результате расчета производительность установки при максимальном номинальном давлении воздуходувной машины является максимальной для данной установки и должна быть не менее проектного расхода зерна G . Если проектный расход зерна превышает расчетный более чем на 5 %, принимают следующий тип установки по таблице VIII-12 и расчет повторяют.

4. По значениям p_1 и G_1 строят кривую зависимости $G=f(p)$.
5. По графику $G=f(p)$ находят действительное давление p_d в установке при заданном расходе зерна (G).
6. Из характеристики воздуходувной машины по p_d находят расход воздуха в установке и мощность для привода.
7. Определяют мощность электродвигателя воздуходувной машины по формуле

$$N_s = N_b \eta_{\text{пер}},$$

где N_b — мощность на валу воздуходувной машины, кВт; $\eta_{\text{пер}}$ — КПД передачи.

В институте «Ростовский Промзернопроект» разработана САПР всасывающих пневмотранспортных установок и произведены расчеты пневмотранспорта размольного отделения на ЭВМ.

§ 4. АСПИРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Аспирационные установки зерноперерабатывающих предприятий выполняют важную роль обеспыливания технологического и транспортного оборудования, отсоса воздуха из машин при воздушной сепарации продуктов, отвода тепла и влаги из оборудования. Аспирация оборудования способствует созданию комфортных условий работы обслуживающего персонала.

В соответствии со стандартом установлены следующие нормы предельно допустимых концентраций (ПДК): в воздухе рабочих зон элеваторов, зерноочистительных отделений зерноперерабатывающих предприятий, семяочистительных и комбикормовых заводов — 4 мг/м^3 , в размольных и выбойных отделениях мукомольных заводов, в шелушильных и выбойных отделениях крупяных заводов — 6 мг/м^3 .

В зависимости от ПДК рабочих зон строительные нормы и правила «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (СНиП П-33—75) устанавливают предельно допустимое содержание пыли в выбросах аспирационных и пневмотранспортных установок в атмосферу: 60 мг/м^3 при ПДК 4 мг/м^3 и 100 мг/м^3 при ПДК 6 мг/м^3 . Аспирационные установки необходимо проектировать в строгом соответствии с указанными нормами.

Оборудование аспирационной установки. Каждая аспирационная установка состоит из аспирационного укрытия, отсасывающих патрубков и воздухопроводов, пылеотделителя и вентилятора. В зависимости от взаимного расположения пылеотделителей и вентиляторов, числа пылеотделителей komponуют различные схемы аспирационных установок (рис. VIII-16). Применение конкретных из указанных схем зависит от требований к очистке зерна от пыли, обеспыливанию оборудования и бункеров, а также условий работы аспирационной установки. Так, на элеваторах, а также в других местах, где пылеотделители (циклоны) устанавливают вне рабочих помещений, необходимо принять схему, изображенную на рис. VIII-16, а. К недостаткам

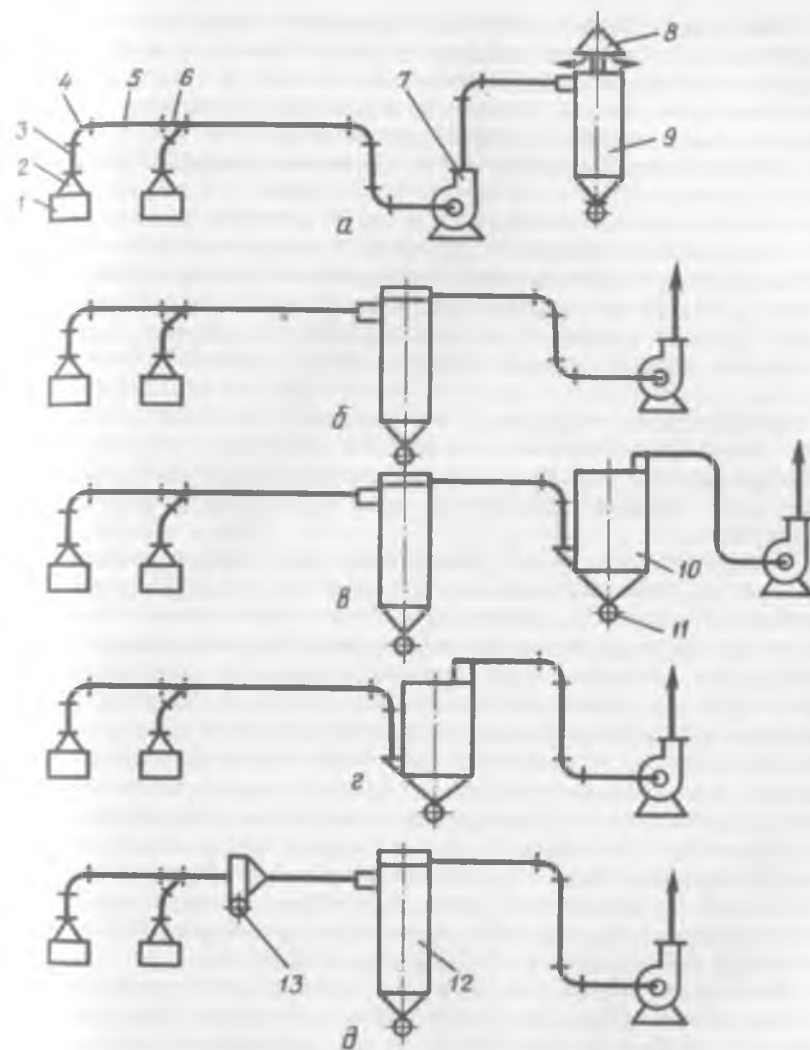


Рис. VIII-16. Схема аспирационных установок

этой схемы относится попадание запыленного воздуха в вентилятор, избыточное давление в воздуховоде после вентилятора и в циклоне, неблагоприятные условия обслуживания циклонов, особенно если они установлены на большой высоте. По другим схемам установки работают в условиях разрежения воздуха. Они, как правило, размещаются в рабочих помещениях, что создает благоприятные условия их обслуживания и ремонта. Двухступенчатую очистку воздуха используют

при выделении легких примесей из зерновой массы для повышения эффективности очистки воздуха (схемы VIII-16, в и VIII-16, о). Эти схемы аспирационных установок используют на крупных заводах для выделения лузги, а также в зерноочистительных отделениях мукомольных заводов, оснащенных комплектным оборудованием.

Другие схемы аспирационных установок (схемы VIII-16, б и VIII-16, г) используют как в зерноочистительных, так и в размольных отделениях мукомольных заводов, а также на комбикормовых заводах.

Аспирационное укрытие — это герметизирующий корпус или специальный кожух машины или транспортного механизма. При перемещении и обработке зерновых и других продуктов происходит выделение пыли в машинах и транспортных механизмах вследствие воздушных течений, образующихся в них под воздействием потока воздуха, поступающего в машину вместе с продуктом, а также в связи с перемещением продуктов в машине с высокой скоростью. Для предотвращения выделения пыли из машин и механизмов необходимо под укрытием создать разрежение воздуха путем его отсоса из укрытия. Надежной величиной разрежения считают 10...30 Па.

Отсасывающий патрубок предназначен для соединения аспирируемой машины или транспортного механизма с воздухопроводом аспирационной установки. Он должен обеспечить минимальный унос в аспирационную сеть обрабатываемого продукта. Отсасывающие патрубки необходимо устанавливать в зоне относительного спокойствия воздушного потока в машине (механизме), чтобы не увлекать аспирирующим воздушным потоком частицы обрабатываемого или транспортируемого продукта. Для этого применяют отсасывающие патрубки различных конструкций, которые позволяют снизить скорость воздуха в местах его отсоса. В существующих инструкциях по проектированию аспирационных установок, а также в Справочнике по аспирационным и пневмотранспортным установкам (авторы Н. П. Володин, М. Г. Касторных, А. И. Кривошеин) приведены рекомендованные конструкции отсасывающих патрубков и их размеры для различных видов технологического, транспортного оборудования и бункеров.

Воздуховоды предназначены для перемещения аспирирующих воздушных потоков. Их изготавливают из листовой стали круглого или прямоугольного сечения. Толщина используемой для воздухопроводов стали принимается от 0,55 до 1,00 мм в зависимости от диаметра воздуховода. Чем меньше диаметр воздуховода, тем тоньше сталь. Минимальный диаметр воздуховода допускается 80 мм. Поэтому при диаметре воздуховода от 80 до 450 мм рекомендуется использовать сталь толщиной 0,55 мм, при ϕ 500...800 мм — 0,70 мм, при ϕ 900...1000 мм — 0,80 мм и более 1000 мм — 1,00 мм. Для унификации деталей воздухопроводов установлены рекомендованные их размеры (диаметры), которые необходимо использовать в процессе проектирования аспирационных установок.

Между отсасывающим патрубком и воздуховодом, как правило, устанавливают регулировочную задвижку (диафрагму) для регулирования скорости воздушного потока. Отсасывающий патрубок, регулировочную задвижку и детали воздуховодов (прямые участки, отводы, тройники и др.) соединяют между собой на фланцах.

Пылеотделители предназначены для очистки аспирирующего воздушного потока от находящейся в нем пыли и легких примесей зерна. Используют различные типы пылеотделителей: гравитационные (осадочные камеры и пылесборники), инерционные (циклоны), всасывающие рукавные фильтры и фильтры-циклоны. Осадочные камеры и пылесборники применяют для грубой предварительной очистки воздуха с целью снижения концентрации пыли в аспирирующих воздушных потоках. Степень очистки воздуха в них невысока — 50...60 %.

Наибольшее распространение получили одиночные циклоны типа ЦОЛ и батарейные типа БЦШ и УЦ, имеющие степень очистки воздуха 90, 95, 98 % соответственно. Степень очистки воздуха в инерционных пылеотделителях зависит от входной скорости воздушного потока. Максимальная степень очистки воздуха в них достигается при входной скорости: для циклонов ЦОЛ — 18 м/с, для батарейных циклонов БЦШ — 16...18 м/с, для батарейных циклонов УЦ — 10...12 м/с. Типоразмеры циклонов рекомендованы в указаниях по проектированию аспирационных установок и справочниках.

Всасывающие рукавные фильтры предназначены для тонкой очистки воздуха в аспирационных и пневмотранспортных установках. Они обеспечивают высокую степень очистки воздуха (98,0...99,9 %) при остаточной запыленности после фильтров не более 20 мг/м³. Фильтры типа Г4-1БФМ выпускают для аспирационных установок четырех типоразмеров: двухсекционные с площадью фильтрующей поверхности 30 м², трехсекционные — 45 м², четырехсекционные — 60 м², шестисекционные — 90 м². Фильтры типа Г4-2БФМ изготавливают для пневмотранспортных установок двух типоразмеров: четырехсекционные — 60 м² и шестисекционные — 90 м².

Пропускная способность матерчатых фильтров определяется скоростью фильтрации воздуха через ткань, которая снижается при постепенном забивании ткани пылевидными частицами. Для восстановления фильтрующей способности ткани применяют встряхивание и обратную продувку рукавов воздухом.

Фильтры-циклоны типа РЦИ предназначены для очистки воздуха в аспирационных и пневмотранспортных установках на мукомольных заводах, оснащенных комплектным оборудованием. Однако их можно успешно использовать и на других мукомольных заводах.

Восстановление фильтрующей способности ткани в этих фильтрах обеспечивается автоматической импульсной продувкой сжатым воздухом одного-двух рукавов одновременно, продолжительностью импульсов 0,1...2,0 с (оптимально 0,5 с), интервал между импульсами

1...25 с (оптимально 10 с). Сжатый воздух поступает из двухроторного ротационного компрессора типа ЗАФ в специальный накопитель — ресивер, а из него подается к фильтрам по трубопроводу с давлением 45...60 кПа. Один компрессор и ресивер обслуживают несколько фильтров. Расход сжатого воздуха на продувку одного рукава фильтра составляет 0,7 м³/ч.

В фильтрах РЦИ для рукавов использовано иглопробивное полотно ИФПЗ-1. Подсос воздуха в фильтре 5%. Сопротивление до 1,15 кПа при удельной нагрузке на ткань 7...8 м³/(м² · мин) для аспирационных установок и 5...6 м³/(м² · мин) для пневмотранспортных установок.

Вентиляторы применяют в основном радиальные типа ВЦП и РЗ-БВЦ различных модификаций. Максимально допустимая окружная скорость для вентиляторов этого типа не более 60 м/с. Они развивают полное давление до 2,5...3,0 кПа при высоком КПД.

Методика проектирования аспирационных установок. К проектированию аспирационных установок приступают после размещения всего технологического и транспортного оборудования в производственных помещениях предприятия с указанием его назначения и характеристики. В процессе проектирования аспирационных установок необходимо учитывать требования технологического процесса, нормы технологического проектирования, условия эксплуатации аспирационных установок, строительные нормы и правила проектирования, правила техники безопасности и производственной санитарии. Оборудование аспирационных установок размещают в производственных помещениях зерноперерабатывающих предприятий на свободных местах с соблюдением указанных требований.

Отдельные аспирационные установки komponуют с соблюдением следующих условий:

- объединяют в одну и ту же установку обеспыливание одновременно работающих машин и механизмов;

- объединяют в одну установку обеспыливание оборудования, обрабатывающее либо перемещающее однородный по качеству продукт;

- прокладывают максимально возможное число вертикальных воздухопроводов и особенно на участке от машины (механизма) до пылеотделителя;

- располагают горизонтальные участки на одном уровне, параллельно строительным конструкциям здания;

- проектируют минимальную протяженность воздухопроводов;

- предусматривают воздуховоды, как правило, круглого сечения;

- располагают вентиляторы и пылеотделители симметрично относительно остального оборудования установки;

- блокируют электродвигатели вентиляторов и фильтров с электродвигателями технологического и транспортного оборудования данной установки таким образом, чтобы пуск вентиляторов и фильтров

осуществлялся раньше пуска указанного оборудования на 15 с, а их остановка происходила через 30 с после остановки оборудования во избежание интенсивного пылевыведения при пуске и остановке оборудования;

предусматривают для уменьшения шума и вибрации вентиляторов звукопоглощающие и виброгасящие устройства.

Особенностью проектирования аспирационных установок мукомольных заводов является использование технологического принципа компоновки аспирационных установок в зерноочистительном отделении, при котором машины и транспортные механизмы первичной и вторичной очистки зерна komponуют в различные аспирационные установки, так как качество пыли и легких примесей, уносимых воздухом и получаемых в аспирационных установках, различно. На мукомольных заводах, использующих пневматический транспорт для зерна и продуктов его размола, аспирацию технологического и транспортного оборудования, имеющего приемные устройства пневмотранспорта, не применяют.

Оборудование, не имеющее приемных устройств пневматического транспорта или не связанное с ними посредством самотечных труб или шнеков, обеспыливают через аспирационные установки либо подключают через местные отсосы к приемным устройствам пневмотранспортных установок путем подбора соответствующей скорости воздуха в этих ответвлениях.

Дисковые триеры, электромагнитные сепараторы и автоматические весы аспирируют только через местные отсосы подключением их к аспирационным либо пневмотранспортным установкам. Воздушно-ситовые сепараторы и камнеотделительные машины иногда аспирируют отдельными аспирационными установками. Аспирационные установки выбойных отделений проектируют с учетом одновременности и равномерности работы весовыбойных аппаратов. Расход воздуха в установке до пылеотделителя определяют по максимально-му числу одновременно работающих аппаратов.

Аспирационные установки на мукомольных заводах, оснащенных комплектным оборудованием, аналогичны установкам других мукомольных заводов, но имеют некоторые особенности:

они отсасывают воздух от разгрузителей и пневмотранспортеров нагнетающих установок в зерноочистительном отделении;

в воздуховодах после отсасывающих патрубков установлены дроссель-клапаны, которые служат для регулирования количества аспирирующего воздуха и выравнивания сопротивления параллельных участков;

минимальная расчетная скорость воздушного потока после отсасывающих патрубков принята 4 м/с;

скорость воздуха в магистральных воздуховодах размольного отделения принимают 10 м/с для вертикальных воздуховодов и 16 м/с для горизонтальных.

Для очистки запыленного воздуха в этих установках используют рукавные фильтры-циклоны типа РЦИ. Надежную работу аспирационной установки обеспечивают вентиляторы РЗ-БВ-ЦБ и РЗ-БВ-ЦД. Во всасывающем воздуховоде непосредственно перед вентилятором предусмотрена установка регулировочного дроссель-клапана.

Особенность аспирационных установок крупных заводов состоит также в технологическом принципе компоновки, учитывающем качество обрабатываемых или транспортируемых продуктов. В связи с этим аспирационные установки зерноочистительного и шелушильного отделений устраивают раздельно. На крупных заводах, оснащенных пневматическим транспортом, технологическое и транспортное оборудование, сообщаемое с приемными устройствами пневмотранспорта, в аспирационные установки не подключают. Другое оборудование подключают к аспирационным установкам.

Шелушильно-шлифовальные машины А1-ЗШН-3 аспирируют, как правило, устраивая специальную аспирационную установку с двухступенчатой очисткой воздуха в циклонах и батарейных циклонах.

Особенность аспирационных установок комбикормовых заводов заключается в их компоновке в отдельные сети по виду обрабатываемого сырья. Поэтому целесообразно компоновать отдельные аспирационные установки по каждой технологической линии подготовки сырья. Однако если общий расход воздуха в проектируемой установке для одной технологической линии менее 3000 м³/ч, то допускается объединение двух линий в одной установке с учетом физико-технологических свойств сырья. Аспирацию оборудования, расположенного на верхних и нижних этажах производственных зданий, как правило, устраивают раздельно. Исключение составляют здания с этажами менее пяти.

В аспирационную установку включают только одновременно работающее оборудование. При невозможности выполнить это требование предусматривают обязательность выключения из установки неработающее оборудование. Для аспирации дробилок, имеющих производительность более 5 т/ч, проектируют отдельную аспирационную установку и другое оборудование в нее не подключают. Оперативные бункера в производственном корпусе объединяют для аспирации в одну установку.

Необходимая эффективность аспирации достигается на комбикормовых заводах при выполнении следующих условий:

- надежная герметизация оборудования и особенно норий, самотечных труб, закрытых конвейеров и другого оборудования;

- устранение мест повышенного пылевыведения и особенно в местах подачи и выгрузки сыпучих пылевыведяющих продуктов;

- надлежащая герметизация соединений всех элементов аспирационных установок (отсасывающие патрубки, воздухопроводы, циклоны и др.);

постоянный контроль и регулирование аспирационных установок, периодическая очистка и ремонт.

Для снижения общего обмена воздуха в производственных помещениях и устранения вакуума рекомендуется применять организованный подвод наружного воздуха к технологическим машинам. При этом приточные системы должны обеспечивать постоянство параметров воздушной среды в помещениях (давление, температура, относительная влажность, запыленность), соответствующих санитарным нормам этих помещений.

Расчет аспирационных установок. Выполняют после завершения ее компоновки, которую осуществляют с учетом изложенных выше требований. Для удобства выполнения расчетов установки проводят ряд подготовительных операций:

приводят пространственную систему воздухопроводов к наглядной плоскостной схеме;

производят разбивку всей сети воздухопроводов установки на участки, при этом участком называют часть воздуховода, в которой количество и скорость воздуха, а также площадь и форма поперечного сечения трубы остаются постоянными на всем его протяжении;

определяют магистральное направление в сети, для чего находят в ней такую точку, потери давления от которой для вентилятора будут наибольшими (обычно это наиболее удаленная от вентилятора точка либо точка в машине с наибольшим сопротивлением);

нумеруют участки, начиная с первого по магистральному направлению, вплоть до выхода воздуха в атмосферу, ответвлениям приписывают последующие за магистральным направлением номера в порядке расположения их от начала магистрального направления;

выделяют на плоскостной схеме прямые участки воздухопроводов и фасонные детали и приводят их характеристику (длину, угол раскрытия, радиус закругления), а также указывают в конечных точках магистрального направления и ответвлений подлежащие отсасыванию объемы воздуха от машин, механизмов, бункеров и абсолютную величину потерь давления в машинах.

Цель расчета — определение потерь давления на участках и общих потерь давления по магистральному направлению, диаметров воздухопроводов и фасонных деталей, подбор типа и размера пылеотделителей, типа, размера и режима работы вентилятора, потребляемой мощности электродвигателя.

Расчет проводят по участкам в порядке возрастания их номеров, а результаты записывают для удобства в сводную ведомость (табл. VIII-13). По каждому участку определяют расход воздуха, длину участка, скорость воздуха, диаметр воздуховода, сопротивление трению воздуха на 1 м длины воздуховода, потери давления на трение, сумму коэффициентов местных сопротивлений, скоростное давление, потери давления в местных сопротивлениях, общие потери давления на участке, потери давления в машине и в конце участка.

VIII-13. Сводная ведомость расчетов аспирационной установки №

№ участка	Расчетный расход воздуха, Q		Длина участка, l , м	Скорость воздуха на участке v , м/с	Диаметр воздуховода D , мм	Сопротивление трению на 1 м $R_{п.м.}$, Па
	м³/с	м³/ч				
1	2	3	4	5	6	7

№ участка	Потери давления на трение $R_{п.м.} \cdot l$, Па	Сумма коэффициентов сопротивлений $\Sigma \xi$	Скоростное сопротивление $H_{ск.}$, Па	Потери давления в местных сопротивлениях Z , Па	Общие потери на участке $R_{п.м.} \cdot l + Z$, Па	Потери в машине в конце участка, Па	Перечень местных сопротивлений
1	8	9	10	11	12	13	14

Расчетный расход воздуха (Q) определяют по табличным данным, содержащимся в Указаниях по проектированию аспирационных установок, справочниках и учебной литературе, либо по паспортным данным машины.

Длину участка (l , м) находят из плоскостной схемы установки с точностью до 0,1 м. Выпрямленную длину колен можно точно не учитывать, а продолжить оси прямолинейных участков до пересечения их между собой и затем их измерить. Получающиеся при этом погрешности незначительны.

Скорость воздуха на участке (v , м/с) принимают по табличным данным с учетом качества обрабатываемого продукта, возможность его уноса, характера пыли и оседания ее в воздуховодах.

Диаметр воздуховода (D , мм) для участков магистрального направления определяют по номограммам или по формуле

$$D = 1,128 \sqrt{Q/v_{п.}} \quad (\text{VIII-5})$$

При расчете диаметра воздуховода в ответвлениях необходимо учитывать, что скорость воздуха в них зависит как от величины действующего на ответвление давления в магистральном направлении, так и от величины всех сопротивлений, имеющихся в данном ответвлении. Поэтому полученный диаметр воздуховода в ответвлении по формуле (VIII-5) необходимо затем корректировать.

Сопротивление трению воздуха на 1 м длины воздуховода ($R_{п.м.}$, Па)

находят по табличным данным, исходя из диаметра воздуховода и скорости воздуха в нем, либо по формуле

$$R_{\text{в.к.}} = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{\rho v_{\text{в}}^2}{2},$$

где λ — коэффициент сопротивления; D — диаметр воздуховода, м; ρ — плотность воздуха, кг/м³; $v_{\text{в}}$ — скорость воздуха в воздуховоде, м/с.

Потери давления на трение на данном участке вычисляют произведением $R_{\text{п.т.}}$ на длину участка l .

Коэффициенты местных сопротивлений определяют по табличным данным для различных фасонных деталей, отсасывающих патрубков и пылеотделителей, а затем их суммируют по каждому участку.

Скоростное давление ($H_{\text{ск}}$, Па) определяют по формуле

$$H_{\text{ск}} = \rho \frac{v_{\text{в}}^2}{2},$$

где ρ — плотность воздуха, кг/м³; $v_{\text{в}}$ — скорость воздуха на расчетном участке, м/с.

Потери давления в местных сопротивлениях (Z , Па) вычисляют произведением $\Sigma \xi$ на $H_{\text{ск}}$.

Общие потери давления на участке определяют как сумму потерь на трение и в местных сопротивлениях.

Для определения потерь давления в конце каждого участка необходимо к рассчитанным потерям на участке добавить потери давления в машине, которые принимают по табличным или паспортным данным.

При расчете участков ответвлений учитывают, что разность между потерями давления в воздуховодах отдельных ответвлений и точка их слияния с магистральным направлением не должна превышать 10 %. При большей разности производят их выравнивание, изменяя скорость воздуха и диаметр воздуховода в ответвлениях, а в случае невозможности их выравнивания предусматривают установку регулировочных шайб (диафрагм).

Подбор и расчет пылеотделителей (одиночных и батарейных циклонов) производят с учетом входной скорости воздуха и расхода очищаемого воздуха. Данные по различным типам циклонов приведены в таблицах.

Потери давления в циклонах определяют по формуле

$$H_{\text{б.у.}} = \xi_{\text{б.у.}} \cdot \rho \frac{v_{\text{в}}^2}{2},$$

где $\xi_{\text{б.у.}}$ — коэффициент сопротивления батарейной установки; его величину принимают: для циклонов типа ЦОЛ $\xi = 4$, 4БЦШ $\xi = 5$, типа УЦ $\xi = 22D_{\text{п}}$, где $D_{\text{п}}$ — диаметр одного циклона.

Количество воздуха, подсасываемого в циклонах через выпускные патрубки ($\Delta Q_{\text{б.у.}}$), принимают для одиночных и однорядных установок типа ЦОЛ, 4БЦШ, УЦ — 150 м³/ч, для двухрядных установок типа УЦ — 250 м³/ч.

Матерчатые фильтры подбирают по количеству поступающего на очистку воздуха (Q_{ϕ} , м³/ч) и удельной нагрузке на фильтрующую ткань (q , м³/ч на 1 м).

Расчетную поверхность фильтрующей ткани фильтров определяют делением Q_{ϕ} на q .

Для аспирационных установок, обслуживающих зерноочистительные отделения мукомольных заводов, q принимают в пределах 120...150 м³/ч при двухступенчатой очистке воздуха и 75...90 м³/ч при одноступенчатой очистке. Для установок размольного отделения мукомольных заводов q принимают: 120...150 м³/ч для установок, обслуживающих ситовечные машины, и 90...120 м³ для остальных машин и механизмов.

На крупных заводах принимают $q = 90...120$ м³/ч на 1 м² ткани при одноступенчатой очистке воздуха, а на комбикормовых заводах $q = 120$ м³/ч.

Потери давления в фильтре для размольных отделений мукомольных заводов и различных отделений крупных заводов зависят от удельной нагрузки на фильтрующую поверхность, их определяют по формуле

$$H_{\phi} = 400q^{1,3}.$$

В зерноочистительных отделениях H_{ϕ} следует принимать с коэффициентом 1,2.

Подбор и расчет вентилятора производят с учетом необходимой подачи воздуха (Q_{ϕ} , м³/ч) и расчетной величины давления воздуха (p_{ϕ} , Па).

Подачу вентилятора определяют:

при одноступенчатой очистке в фильтрах

$$Q_{\phi} = Q_{\phi} + \Delta Q_{\phi},$$

где ΔQ_{ϕ} — подсос в фильтре, м³/ч (определяют из расчета 200 м³/ч на одну секцию фильтра из 15 рукавов);

при одноступенчатой очистке в батарейных циклонах

$$Q_{\phi} = Q_{\phi y} + \Delta Q_{\phi y}$$

($\Delta Q_{\phi y}$ указаны выше);

при двуступенчатой очистке

$$Q_{\phi} = Q_{\phi y} + \Delta Q_{\phi y} + \Delta Q_{\phi}.$$

Расчетное давление, которое необходимо развивать вентилятору, находят по формуле

$$p_{\phi} = 1,1 H_{\text{уст}} = 1,1 (H_{\text{маш}} + H_{\text{воз}} + H_{\text{п.о}}),$$

где $H_{\text{уст}}$ — суммарные потери давления на всех участках, Па; $H_{\text{маш}}$ — потери давления в машинах, Па; $H_{\text{воз}}$ — потери давления в магистральном воздуховоде, Па; $H_{\text{п.о}}$ — потери давления в пылеотделителе, Па.

По аэродинамической характеристике вентилятора и сети при известных Q_v и p_v определяют частоту вращения вентилятора при максимальном КПД.

Необходимую мощность электродвигателя вентилятора N_v (кВт) рассчитывают по формуле

$$N_v = \frac{Q_v p_v}{3600 \cdot 1000 \eta_{\text{вент}} \eta_{\text{пер}} \eta_{\text{вод}}},$$

где $\eta_{\text{вент}}$ — КПД вентилятора, принимают по характеристике; $\eta_{\text{пер}}$ — КПД передачи, равный 1 при насадке колеса вентилятора на вал, 0,98 — при передаче через муфту, 0,95 — при клиноременной передаче; $\eta_{\text{вод}}$ — КПД, учитывающий потери в опорных подшипниках, равен 0,98.

Установленную мощность электродвигателя N_y (кВт) принимают с запасом

$$N_y = K_z N_v,$$

где K_z — коэффициент запаса мощности, равный 1,10...1,15.

При расчете аспирационных установок на заводах, оснащенных комплектами оборудованием, необходимо учитывать некоторые особенности. Учитывают подсосы воздуха в воздуховодах при определении Q_ϕ . Потери давления в фильтре H_ϕ (Па) определяют по формуле

$$H_\phi = 100q^{1,3}$$

Подачу вентилятора (Q_v) определяют с учетом подсоса в фильтре в количестве 0,033 м³/с.

Вентилятор выбирают с таким расчетом, чтобы расчетная точка с параметрами Q_v и p_v была расположена на характеристике вентилятора или близко к ней при номинальной подаче. Отклонение по подаче и давлению допускается не более 15 %.

Табличные данные для расчетов аспирационных установок, содержащиеся в указаниях по проектированию и справочной литературе, разработаны в институтах ЦНИИПромзернопроект и ВНПО «Зерно-продукт». В институте «Харьковский Промзернопроект» разработана САПР аспирационных установок, которая позволяет произвести все указанные выше расчеты на ЭВМ.

Вопросы для самоконтроля. 1. Что понимают под коммуникацией? 2. Какие проектные материалы необходимы для выполнения коммуникации? 3. Какой вид внутрицехового транспорта применяют на зерноперерабатывающих предприятиях? 4. Поясните правила проектирования самотечных труб на этажах мукомольного завода. 5. Как определяют фактический угол наклона самотечной трубы? 6. Каковы особенности нагнетательных и всасывающих пневмотранспортных установок? 7. Что представляют собой элементы и схемы пневмотранспортных установок? 8. Каковы основные зависимости, используемые при расчете пневмотранспорта? 9. Какие исходные материалы нужны для расчета пневмотранспортной установки? 10. Какова методика расчета диаметра мате-риалопровода? 11. Какова методика определения сопротивления фильтра? 12. Какова методика определения параметров работы вентилятора в пневмотранспортной установке? 13. Расскажите об особенностях проектирования магистральных установок пневматического транспорта. 14. Какова методика расчета нагнетательных установок пневма-

тического транспорта? 15. Какие требования предъявляют к очистке воздуха на зерноперерабатывающих предприятиях? 16. Какие требования необходимо учитывать при проектировании аспирационных установок? 17. Каковы особенности проектирования аспирационных установок на мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах? 18. Что собой представляют элементы и схемы аспирационных установок? 19. Какова методика расчета аспирационной установки? 20. Какова методика составления плоскостной схемы установки и ее характеристика?

IX Глава

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СОРТОВ И УПАКОВКИ МУКИ, КРУПЫ

§ 1. ОТДЕЛЕНИЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МУКИ ПО СОРТАМ

Сорта муки при многосортных помолах пшеницы обычно формируют в размольном отделении объединением близких по качеству потоков муки с рассевов определенных систем. Так, например, муку высшего сорта отбирают с рассевов 1-й...3-й размольных систем, первого сорта — с рассевов 3-й...6-й размольных систем, 2, 3 и 4-й сортовочных и шлифовочных систем, второго сорта — с рассевов остальных систем.

Наиболее удобный способ формирования сортов муки в размольном отделении — отбор потоков муки в установке, состоящей из трех винтовых конвейеров, смонтированных на одной раме. Установка оборудована устройствами крепления поворотных труб (рис. IX-1).

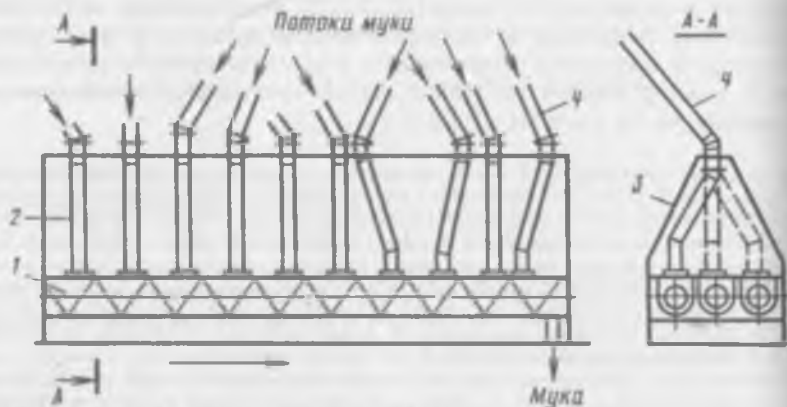


Рис. IX-1. Схема формирования потоков муки:

1 — винтовые конвейеры; 2 — поворотная труба; 3 — рама; 4 — самонесущая труба

Поворотные самотечные трубы 2 дают возможность изменять направление потоков муки при формировании сортов муки. Этот способ позволяет формировать три сорта муки в зависимости от качества зерна и муки, не меняя технологической схемы, изменять направление потоков муки перестановкой той или иной поворотной трубы.

Для получения однородных по составу сортов муки ВНПО «Зерно-продукт» рекомендует установить определенное соотношение содержания эндосперма из различных зон зерна для каждого сорта муки. Однако для осуществления этих рекомендаций при существующих способах формирования сортов муки в размольном отделении возникают осложнения, так как необходимо часть муки, образующей высшего сорт, направлять в муку первого и второго сортов, а часть муки первого сорта — во второй сорт. Дозирование различных сортов муки должно быть достаточно точным, что невозможно без применения дополнительных технических средств. Поэтому способ формирования сортов муки в размольном отделении имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что в муку первого и второго сортов попадает масло эндосперма из центральной зоны и соотношение между содержанием эндосперма из центральной, внутренней и периферийной зон в этой муке значительно отличается от соотношения частей эндосперма, получаемого при односортовых помолах. В результате мука одного и того же сорта при разных помолах получается разного состава и качества.

Значительно легче получить муку хорошего качества, равноценную односортовым помолам, используя при формировании сортов муки многокомпонентные дозаторы и смеситель периодического действия. При этом способе необходимо иметь значительный запас муки в силосах, что возможно только в отделениях бестарного хранения муки. Такой способ формирования сортов муки осуществляется в отделениях бестарного хранения, имеющих оперативный запас муки на 5...10 сут работы предприятия. В этом случае только один поток муки вырабатывается соответствующим стандарту на муку высшего сорта. Остальные компоненты (потоки) муки служат добавками, которые не соответствуют стандартам на сорта муки и самостоятельного значения не имеют.

Отбор в размольном отделении потоков муки по количеству не должен быть чрезмерно большим, так как с возрастанием числа отбираемых компонентов значительно усложняется пневмосеть передачи их в отделение готовой продукции. Поэтому целесообразно отбирать три потока муки в размольном отделении (секции). Такое число потоков соответствует числу обычно вырабатываемых сортов муки и не исключает возможность их формирования в размольном отделении по описанному выше способу.

В таблице IX-1 представлены шесть возможных вариантов формирования сортов муки в отделении бестарного хранения с помощью многокомпонентных дозаторов и смесителя периодического действия.

IX-1. Варианты формирования сортов муки

Поток	Выход, %	Зольность, %	Сорт муки	Выход, %	Зольность, %	Стоимость, р.
Вариант 1						
1	75	0,52	Высший	30	0,52	158,78
2	5	2,5	Первый	45	0,74	
3	3	3,5	Обойная	8	1,64	
Итого	83	0,75	Итого:	83	0,75	
Вариант 2						
1	75	0,52	Высший	60	0,52	159,98
2	5	2,5	Второй	15	1,18	
3	3	3,5	Обойная	8	1,64	
Итого:	83	0,75	Итого:	83	0,75	
Вариант 3						
1	75	0,52	Высший	28	0,52	157,34
2	5	2,5	Первый	40	0,74	
3	3	3,5	Второй	15	1,18	
Итого:	83	0,75	Итого:	83	0,75	
Вариант 4						
1	75	0,52	Высший	65	0,52	159,32
2	5	2,5	Второй	15	1,19	
Итого:	80	0,65	Итого:	80	0,65	
Вариант 5						
1	75	0,52	Высший	35	0,52	158,12
2	5	2,5	Первый	45	0,74	
Итого:	80	0,65	Итого:	80	0,65	
Вариант 6						
1	75	0,52	Высший	71	0,52	161,09
2	5	2,5	Обойная (диетическая)	9	1,64	
Итого:	80	0,65	Итого:	80	0,65	

Предложенные варианты не исчерпывают всех возможностей в формировании сортов муки в этой установке. Однако данные, приведенные в таблице, показывают, что при этом способе формирования сортов качество муки первого и второго сортов будет улучшено, так как в такой муке будет присутствовать первый поток зольностью 0,52 в большом процентном соотношении, который формируют в основном из центральной и внутренней зон эндосперма.

При разборе представленных вариантов можно заметить, что не всегда наиболее предпочтительные варианты с точки зрения спроса приносят наибольшую эффективность предприятию. Так, например, по шестому варианту предприятие вырабатывает из 1 т зерна продук-

ции на 161 р. 09 коп. Но выпуск двух сортов муки — высшего сорта и обойной — не может полностью удовлетворить спрос на потребительские сорта муки для хлеба. Поэтому третий вариант, предлагающий 28 % высшего сорта, 40 % первого и 15 % второго, наиболее предпочтителен, хотя имеет наименьшую рентабельность, так как из 1 т зерна производится продукции на 157 р. 34 коп.

Как видно из таблицы, сорта формируются на основе первого потока при смешивании его со вторым и третьим потоками. При этом второй поток принимает участие в формировании первого и второго сортов муки, третий поток — в формировании муки обойной и частично муки второго сорта. Число отбираемых потоков такое же, как и число формируемых сортов муки.

Слишком большое различие в стоимости муки второго сорта (156 р.) и отрубей (28 р.) за 1 т заставляет предприятие стремиться получить максимальный выход готовой продукции в результате увеличения выхода муки второго сорта и обойной.

В последнее время все шире используют для определения качества муки показатель белизны, который не подчиняется правилу смешивания. Расчетная средневзвешенная белизна смеси всегда оказывается лучше полученной при измерении. Были проведены исследования (во ВНПО «Зернопродукт») для получения поправочных коэффициентов к расчетам средневзвешенной белизны. Используя эти коэффициенты, можно с достаточной точностью рассчитывать белизну муки по ее отдельным составным частям до смешивания.

На рисунке IX-2 представлена схема формирования сортов и витаминизации муки в отделении бестарного хранения, где накапливаются три потока муки. Если мукомольный завод имеет две секции, то потоков будет шесть. Первый поток муки перекачивается аэрозоль-транспортом из силосов для бестарного хранения в бункера над установкой формирования сортов муки. Этой же аэрозоль-транспортной линией остальные потоки муки поочередно передаются в бункера над установкой формирования сортов муки. При этом для первого потока муки выделено два бункера вместимостью по 40 т каждый, для второго и третьего потоков муки — по два бункера вместимостью по 20 т каждый. Общая вместимость бункеров над установкой — 160 т, что составляет более 40 % суточной выработки муки. Этой вместимости достаточно, чтобы установка работала более 4 ч без дополнительной подачи муки из силосов отделения бестарного хранения муки. Так как многокомпонентные дозаторы комплектуют восемь питателями, то большие бункера вместимостью по 40 т оборудуют двумя выпускными устройствами с виброразгрузчиками.

Установка формирования сортов работает по заданной программе, производительность ее 36 т/ч, что соответствует 12 циклам работы при смешивании в каждом цикле муки в количестве 3 т. Смеситель периодического действия связан также с однокомпонентным дозатором, с помощью которого осуществляют дозировку витаминной

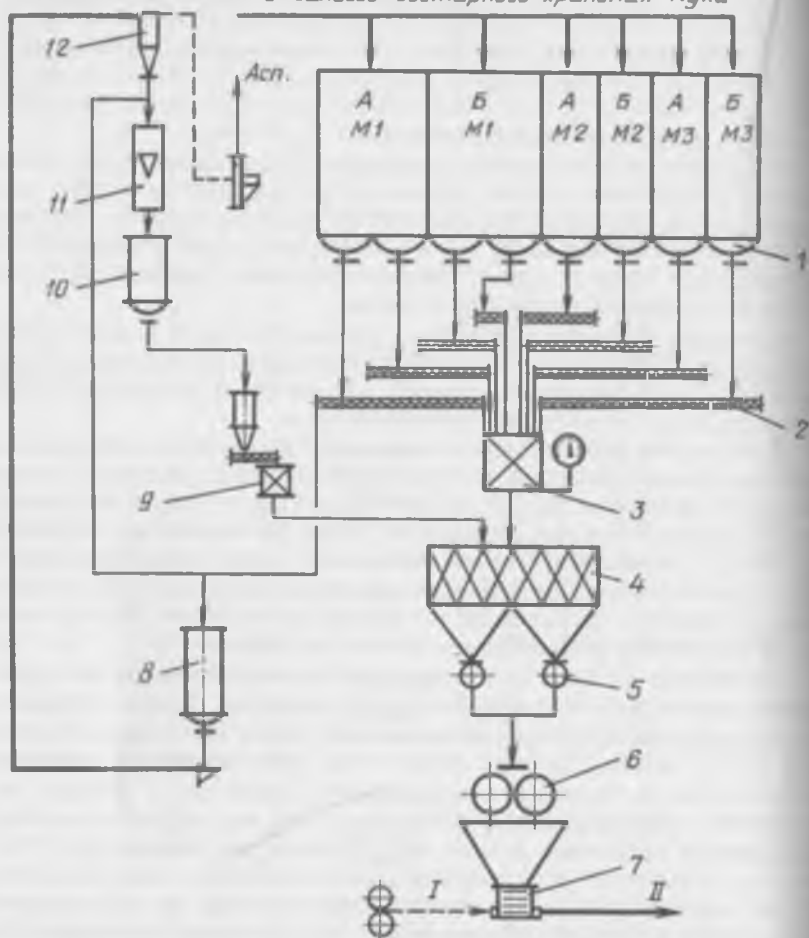


Рис. IX-2. Схема формирования сортов и витаминизации муки:

1 — виброразгрузчик; 2 — винтовой питатель; 3 — многокомпонентный дозатор; 4 — смеситель периодического действия; 5 — шлюзовой затвор; 6 — просеивающая машина; 7 — шлюзовом питатель; 8 — бункер для муки; 9 — микродозатор; 10 — бункер для витаминной смеси; 11 — аппарат для приготовления витаминной смеси; 12 — разгрузитель; I — поступление воздуха; II — продуктопровод подачи муки на выбой, на автомобильный и железнодорожный транспорт

смеси. Витаминную смесь приготавливают так же, как и при витаминизации муки в размольном отделении мукомольного завода, с тем лишь различием, что для приготовления витаминной смеси берут муку первого потока через питатель 2 с реверсивным электродвигателем и подают ее в бункер вместимостью 1 т. Приготовленная вита-

минная смесь накапливается в бункере 10 вместимостью также 1 т, оборудованном виброразгрузителем. На работу отделения формирования сортов муки и отделения бестарного хранения возможные остановки размольного отделения не влияют.

Формирование сортов муки в отделении бестарного хранения муки с применением многокомпонентного весового дозатора и смесителя периодического действия имеет следующие преимущества. Можно сформировать муку широкого ассортимента и стабильного качества, включая муку высшего, первого и второго сортов, обойную муку, а также специальные сорта для кондитерского производства. Можно также вырабатывать новые сорта муки.

Увеличивается эффективность использования зерна в результате прогнозирования качества и поддержания его в течение продолжительного времени. При существующих способах получения сорта муки этого сделать нельзя, так как технологический процесс имеет большую инерционность. Пока определяют зольность муки, а затем примут меры по корректировке технологического процесса, значительное количество муки уйдет в склад и нельзя будет изменить ее качество. Это заставляет мукомолов выпускать муку с большим запасом по зольности по сравнению с зольностью, установленной стандартом.

Стабилизация качества каждого сорта с учетом фактического качества компонентов (потоков) позволяет увеличить общий выход муки и будет способствовать созданию условий постоянства режима автоматизации хлебопечения. Рациональное использование компонентов, полученных в технологическом процессе размолла зерна, дает возможность при помощи ЭВМ учитывать как спрос, так и экономические показатели.

Схема технологического процесса в размольном отделении мукомольного завода становится универсальной, независимой от того, сколько необходимо сортов и в каком соотношении их надо брать. Поэтому в различных географических зонах при разном качестве зерна будет несколько меняться выход потоков муки. Если спрос на высокие сорта велик и в отделении бестарного хранения будет накапливаться третий поток, то его можно передать в комбикормовый цех или направить в отруби. Если накапливается мука первого потока, то всегда можно увеличить выход муки третьего потока, сбалансировав тем самым соотношение потоков соответственно спросу на сорта муки. Это позволит сэкономить ресурсы продовольственного зерна. При таком методе формирования сортов муки обеспечивается сохранность витаминов в муке, так как витаминизация производится одновременно с формированием сорта непосредственно перед отпуском муки потребителю.

Рационально используются силосы для хранения муки. Можно лучше регулировать выход компонентов соответственно спросу на муку, тем самым исключается вероятность залеживания какого-либо

сорта муки (компонента) в отделении бестарного хранения и складывания готовой продукции.

Возможность формирования сортов муки этим способом особенно расширяется на мукомольном заводе, имеющем две секции подготовки и размола пшеницы. При переработке пшеницы различного качества одинаковые компоненты из двух секций получаются разного качества. Поэтому формирование сортов муки из шести компонентов позволяет более рационально использовать зерно.

§ 2. ВИТАМИНИЗАЦИЯ МУКИ

Муку витаминизируют в размольном отделении в потоке после контрольного отсева либо в отделении формирования сортов муки. В муку высшего и первого сортов вводят синтетические витамины. Ассортимент и нормы ввода витаминов утверждает Министерство здравоохранения СССР. В соответствии с существующими нормами в муку высшего и первого сортов необходимо вводить следующие витамины (мг/100 г муки): В₁ (тиамин)—0,4; В₂ (рибофлавин)—0,4; РР (никотиновая кислота)—2. Последовательность операций по витаминизации муки определена Правилами.

Витаминизацию муки проводят в два этапа: вначале готовят промежуточную витаминную смесь, которая состоит из нормируемого набора всех вводимых витаминов и наполнителя, а затем смесь дозируют в потоки муки высшего и первого сортов. Для приготовления витаминной смеси в качестве наполнителя используют муку высшего сорта. Количество витаминов в витаминной смеси рассчитывают по производительности потока муки.

Расчет оборудования для витаминизации муки следует производить из условия, что количество витаминной смеси должно составить 0,1...2 % от количества витаминизируемой муки. При витаминизации муки в отделении формирования сортов муки число оборудования для приготовления витаминной смеси необходимо принимать из расчета подготовки суточной потребности смеси в одну смену. Над дозаторами для витаминной смеси необходимо предусматривать бункер для хранения суточного запаса витаминной смеси.

Дозирование и смешивание витаминной смеси и муки должно обеспечить равномерное распределение витаминов в массе муки. Допускается увеличение на 10 % содержания витаминов в муке.

На рисунке IX-3 представлена схема витаминизации муки в размольном отделении мукомольного завода. Мука после контрольного отсева 2 с помощью самотечной грубы 3 через шлюзовую затвор-питатель с заглушенными ячеиками (вместимостью 0,7 л) поступает в пневмоприемник 5 и всасывающей пневмотранспортной линией (продуктопровод 6) направляется в разгрузитель 7 и далее через шлюзовую затвор 8 поступает в аппарат 10 для приготовления витаминной смеси. Пневмотранспорт муки обеспечивается работой вентиля-

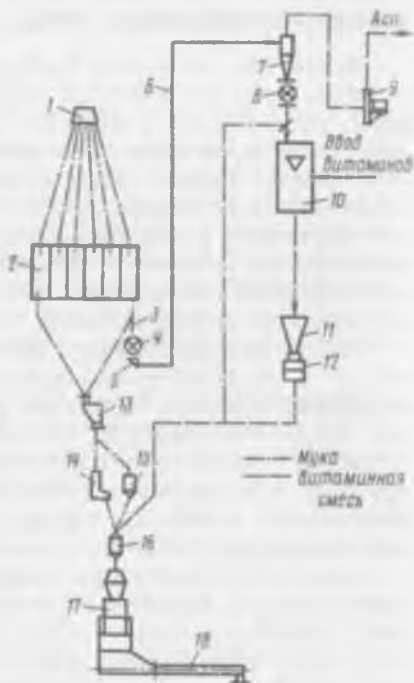
Рис. IX-3. Схема витаминизации муки:

1 — распределитель муки; 2 — контрольный расходомер; 3 — сливная самотечная труба; 4 — шлюзованный затвор-питатель; 5 — пневмоприемник; 6 — продуктопровод; 7 — разгрузитель; 8 — шлюзованный затвор; 9 — вентилятор высокого давления; 10 — автомат для приготовления витаминной смеси; 11 — бункер; 12 — микродозатор; 13 — пробоотборник; 14 — белизнамер; 15 — прибор контроля потока муки; 16 — магнитный аппарат; 17 — весы; 18 — винтовой питатель

тора высокого давления с малым расходом воздуха в искрозащищенном исполнении. Отработавший воздух поступает в аспирационную сеть, где проходит очистку в фильтре.

Так как аппарат для приготовления витаминной смеси периодического действия, то обязательно устройство сливной самотечной трубы, через которую муку направляют обратно в свой поток. Аппарат для приготовления витаминной смеси имеет восемь карманов, в которые поступают витамины. Вместимость каждого кармана 1,5 л. Аппарат работает автоматически, смешивая витамины из одного кармана с поступившей мукой. Каждые 45 мин происходит автоматический выпуск витаминной смеси, которая поступает в бункер 11 над микродозатором 12 непрерывного действия. Он равномерным потоком подает витаминную смесь в поток муки перед ее контролем в магнитном аппарате 16 и взвешиванием в весах 17. В дальнейшем при транспортировании в винтовых конвейерах с наборными лопатками мука перемешивается с витаминной смесью.

Исключительно важная роль отводится прибору контроля потока муки 15, который блокирует работу микродозатора 12. При отсутствии потока муки микродозатор останавливается и прекращает подачу витаминной смеси. В случае отсутствия витаминной смеси звучит сигнал и загорается сигнальная лампочка. Аппарат для приготовления витаминной смеси работает автоматически в течение 6 ч, пока не разгрузятся все его карманы. После этого требуется его зарядка. Один аппарат может обеспечить работу двух-трех микродозаторов, т. е. витаминизировать два-три сорта муки одновременно.



Фасовочные автоматы и автоматические линии — сложное оборудование. При этом в отличие от основного технологического оборудования мукомольных и крупяных заводов для них характерна прерывность работы, которая обусловлена необходимостью заправки бумаги, клеем, краской, очистки валиков от клея, клише от краски, перехода с одного вида продукции или упаковки на другой, устранения возникших нарушений и отказов, так называемые внутрисменные простои и др. Поэтому режим работы и график ремонта оборудования цехов фасовки не совпадают с режимом работы и графиками ремонта основных цехов мукомольных и крупяных заводов.

Работу цеха фасовки планируют по его производственной мощности, т. е. по максимально возможному выпуску готовой продукции в единицу времени. Различают сменную и годовую производственные мощности. Сменная — это максимально возможный выпуск продукции в течение смены с учетом технически обоснованных затрат времени на поддержание оборудования в надлежащем санитарно-гигиеническом и рабочем состоянии. Годовая — максимально возможный выпуск продукции в течение года.

Основными факторами, определяющими сменную производственную мощность фасовочных цехов, являются: техническая (паспортная) производительность оборудования в пакетах в минуту или в т/ч, число оборудования, продолжительность смены, число смен в сутки, рабочий период цеха за год, ассортимент продукции.

Работу цеха фасовки планируют в две-три смены в зависимости от плана фасовки, а также оснащения цеха соответствующим оборудованием.

Сменную производственную мощность фасовочного цеха $Q_{см}$ (т) определяют по формуле

$$Q_{см} = \frac{8 \cdot 60 - T_1 - T_2 - T_3 - T_4}{60} Q \cdot H,$$

где T_1 — время, необходимое для подготовки автомата к работе или профилактической очистки его после остановки, мин; T_2 — продолжительность обеденного перерыва, мин; T_3 — время внутрисменных простоев, мин; T_4 — время перехода с одного вида продукции на другой, мин; $л$ — число переходов; Q — техническая производительность в т/ч; H — число фасовочных автоматов или линий, м.

Если при переходе с фасовки одного вида продукции на другой или при смене вида упаковки меняется техническая производительность, то производственную мощность рассчитывают для каждого вида продукции и упаковки.

Фасовочная линия, оснащенная автоматом А5-АФД, в соответствии с формулой и данными таблицы имеет сменную производительность

$$Q_{см} = \frac{8 \cdot 60 - 60 - 20 - 120}{60} 8,4 = 39,2 \text{ т.}$$

Годовую производственную мощность определяют по формуле

$$Q_r = Q_{cm} \Pi_{cm},$$

где Q_{cm} — сменная производственная мощность, т/смену; Π_{cm} — число смен в году.

При проектировании цеха фасовки с установкой высокопроизводительного автомата А5-АФЛ с групповой упаковкой пакетов в автомате А5-БУА предусматривают механизацию для приемки рулонов с бумагой из вагона в помещение для их хранения. Также устанавливают бабинорезальную машину. В помещение для хранения бумаги следует подавать воздух для поддержания температуры 16...18 °С и влажности 50...60 %. Необходимо помещение для хранения клея и краски. В цехе фасовки нужно установить две ванны для мытья валиков от клея и клише от краски.

Если вместо автомата А5-БУА используют манипулятор-робот А5-АУБ, то крафт-бумага не нужна. В этом случае применяют контейнеры, которые специализированным автомобильным транспортом доставляют непосредственно в магазины.

IX-2. Площадь склада для фасованной в пакеты муки

Тип тары	Масса одного ящика с продуктом, кг	Способ укладки на поддон	Количество продукции, укладываемой на 1 м ² , т
Металлические ящики	20	2 яруса по 5 рядов	0,42...0,7
Картонные ящики или групповая упаковка	12	Укладка в 1 ярус	0,21...0,35
Тара-оборудование (контейнеры)	360 (масса продукции)	Укладка в 1 ряд на пол склада	0,3...0,468

Примечание. Коэффициент использования площади склада принят 0,4...0,65 в зависимости от длины склада. Нижний предел нужно принимать при длине склада до 36 м.

Нормы укладки на 1 м² склада продукции, тары, ящиков, пакетов, рулонов бумаги следует принимать по таблицам IX-2 и IX-3.

IX-3. Нормы укладки продукции

Тип тары и материалов	Запас тары, дни	Норма укладки на 1 м ²
Мешки	15	600 мешков
Ящики	3	25 ящиков
Готовые пакеты	15	
При укладке пакетов:		
в пачках		4000 пакетов
в ящиках		250 пакетов в 1 ящик

Тип тары и материалов	Запас тары, дни	Норма укладки на 1 м ²
Рулоны бумаги	30	1500 кг
Клей-поливинилацетатная полимерная дисперсия	30	300 кг
Краска-порошок	30	200 кг
Тара-оборудование (контейнеры)	3	2 контейнера

Примечания: 1. Хранение поступающей тары следует предусматривать в изолированных помещениях с несгораемыми ограждающими конструкциями с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч с самостоятельным выходом наружу. 2. Общее число ящиков определяют из расчета продолжительности оборота их — 8 дней. При расчете площади для хранения ящиков необходимо учитывать возможность их размещения на поддонах на месте фасованной продукции. 3. Площадь для хранения мягкой тары и рулонов бумаги следует предусматривать с учетом погонного поступления. 4. При определении количества подлежащего хранению клея принимать расход его в следующих количествах: 2 г на 1 пакет в автомате при фасовке муки, 1,3 г на изготовление одного пакета. 5. Потребное количество краски определяют из расхода 50 г на 1000 пакетов. 6. Коэффициент использования площади склада 0,65.

Вопросы для самоконтроля. 1. Чем отличается способ формирования сортов муки в отделении бестарного хранения муки от традиционного, получающего муку непосредственно в процессе размола зерна пшеницы? 2. Каким образом осуществляется витаминизация муки на мукомольных заводах, оснащенных установками формирования сортов муки и на мукомольных заводах без установок формирования сортов муки? Нормы ввода витаминов. 3. Способы упаковки и доставки фасованной муки и крупы в торгующие организации.

Х Глава

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЙ ХРАНЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

§ 1. УСТРОЙСТВА БЕСТАРНОЙ ПРИЕМКИ, ХРАНЕНИЯ И ОТПУСКА МУКИ И ОТРУБЕЙ

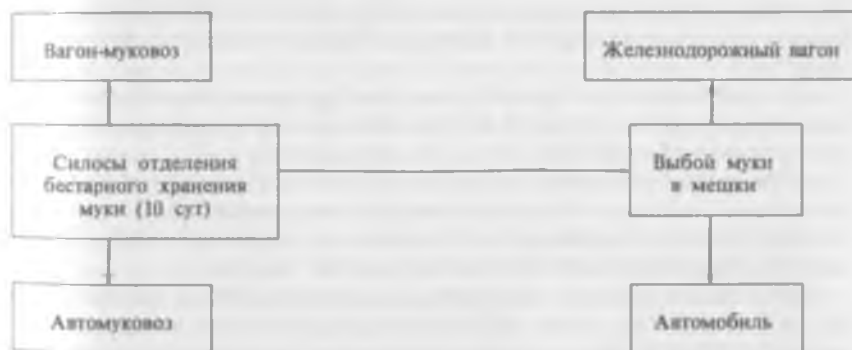
Мука, получаемая на мукомольных заводах, должна быть доставлена на хлебозаводы и в магазины. Нормами технологического проектирования регламентируется запас муки, которая хранится на мукомольном заводе в ожидании отгрузки автомобильным или железнодорожным транспортом. Этот запас не превышает десятисуточного производства муки. Бестарное хранение муки принимают в размере не менее трехсуточного производства муки для обеспечения необходимого времени ее отлежки. Остальное время мука может храниться в мешках в складах.

Норма хранения муки сложилась из практики работы предприятий, которые часто испытывают трудности от неритмичного вывоза продукции. Соотношение количества продукции, хранящейся в таре и бесгарно, обосновывается экономическими расчетами и указывается в задании на проектирование.

Традиционная схема хранения и отпуска муки представляется в следующем виде (схема № 1):



Наиболее прогрессивна схема работы отделения бестарного хранения без промежуточного складирования муки в штабеля (схема № 2), которая представлена в следующем виде:



Однако не всякое предприятие может работать по схеме № 2. Если оно имеет в своем составе мукомольный и комбикормовый заводы большой мощности, элеваторы большой вместимости, то, маневрируя подаваемыми вагонами, можно обеспечить подачу вагонов для загрузки их мукой в мешках в одну смену. Такому предприятию можно работать по схеме № 2. В остальных случаях приходится работать по схеме № 1.

Устройства по бестарному хранению и отпуску муки строят

как в блоке с мукомольными заводами (отделение бестарного хранения), так и в отдельно стоящем здании (корпус бестарного хранения).

Отделение готовой продукции рассмотрим по типовому проекту мукомольного завода мощностью 500 т/сут. В этом отделении предусмотрены такие операции.

1. Бестарное хранение муки в силосах.

2. Формирование сортов муки в многокомпонентных весовых дозаторах с витаминизацией муки и смешиванием в смесителе периодического действия.

3. Выбор муки и манной крупы в мешки массой 50 кг.

4. Фасовка муки в бумажные пакеты массой 2 кг и манной крупы в пакеты массой 1 кг.

5. Бестарный отпуск муки на автомобильный и железнодорожный транспорт.

6. Отпуск муки в мешках в железнодорожные вагоны с помощью телескопического вагоноразгрузчика непосредственно после двух карусельных весовыбойных аппаратов. Формирование пакетов из мешков с мукой на поддонах в пакетформирующей машине с последующим хранением муки в складе и отпуском в железнодорожные вагоны без поддона с помощью электропогрузчика с трехвилочным захватом. Отпуск муки в мешках на автомобильный транспорт в пакетах на поддонах с использованием тельфера, оснащенного навесным захватом ЗПЛ-1. Отпуск фасованной продукции, сформированной в пачки массой 12 кг, на поддонах в автомобильный транспорт.

7. Гранулирование, хранение и отпуск отрубей в железнодорожные вагоны и рассыпных отрубей на автомобильный транспорт бестарным способом.

Для распределения муки по силосам предусмотрены поворотные распределительные трубы РЗ-БРТ на шесть направлений и переключатели РЗ-БКЕ-120 и РЗ-БКЕ-50 на два направления.

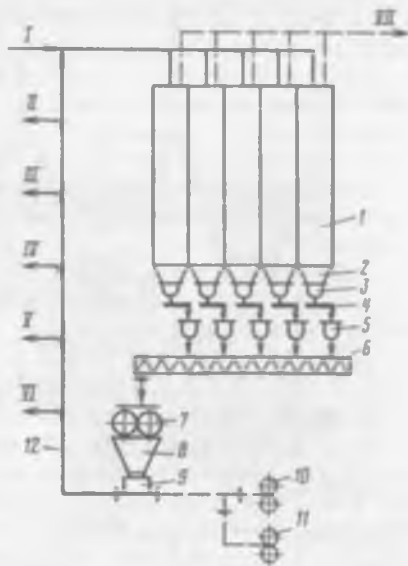
Отделение бестарного хранения муки оборудовано аэрозольтранспортными линиями, объединенными в две линии, обслуживаемые двумя рабочими компрессорами и одним резервным РЗ-БНВ. Производительность аэрозольтранспортных линий 36 т/ч.

Для размещения и бестарного хранения муки используют 26 силосов общей вместимостью 2600 т. Все силосы имеют виброразгрузчики РЗ-БВА-130. Под виброразгрузителями установлены винтовые питатели У2-БПВ-20, выполняющие функции ограничителей производительности. Они подают муку в сборные винтовые конвейеры с производительностью до 36 т/ч, что соответствует производительности аэрозольтранспортной линии и предохраняет ее от перегрузки. Муку из силосов выпускают, управляя дистанционно с пульта, расположенного в устройстве отпуска муки бестарно на автомобильный транспорт. Электрическая блокировка исключает одновременную выгрузку муки из двух и более силосов (рис. X-1).

Муку из силосов бестарного хранения можно направить в бункера

рис. X-1. Принципиальная схема движения муки в отделении бестарного хранения и отпуска.

1 — силос для хранения муки (поперечный диаметр — 5 шт.); 2 — стальная воронка; 3 — виброприемник РЗ-БВА-130; 4 — винтовой питатель РЗ-БВ-20; 5 — продольный винтовой конвейер РЗ-БКШ-315; 6 — поперечный винтовой конвейер РЗ-БКШ-315; 7 — центробежный просеиватель А1-БПК; 8 — воронка; 9 — шлюзовой питатель РЗ-БШП; 10 — винтовой компрессор РЗ-БНВ; 11 — резервный компрессор; 12 — проводящий трубопровод; I — мука из размольного отделения; II — мука на формировании; III — мука на фасовку; IV — мука на выбой; V — мука на железнодорожный транспорт; VI — мука на автомобильный транспорт; VII — отходы в аспирационную сеть



над дозаторами для дальнейшего формирования сортов муки, в бункера над весовыбойными аппаратами, в бункера отпускного устройства на автомобильный и железнодорожный транспорт и в бункер над фасовочным автоматом. Перед поступлением в шлюзовую питатель аэрозоль транспортной линии муку контролируют в центробежных просеивателях А1-БПК.

Сорта муки формируют в отделении готовой продукции, используя многокомпонентный дозатор и смеситель периодического действия. Муку первого потока можно отпускать самостоятельно без формирования, так как она соответствует стандарту на муку высшего сорта. Это высвобождает много времени и избавляет от ненужной перевалки муки. В установке формирования сортов формируются все остальные сорта муки, кроме муки высшего сорта. Над многокомпонентным весовым дозатором размещают шесть бункеров: два вместимостью по 40 т и четыре вместимостью по 20 т.

Максимальное число потоков муки, направляемых с двух секций размольного отделения в отделение бестарного хранения, шесть. Вместимость грузоприемного устройства дозатора и смесителя 3,0 т. Число циклов в час 12. Производительность установки 36 т/ч. Вместимость бункеров обеспечивает работу установки без дополнительной подачи муки в течение 4 ч. За это время можно сформировать 144 т муки. Предусмотрено формирование муки первого, второго сортов и обойной. При направлении в наддозаторные бункера ржаной муки можно формировать и специальные сорта.

Для фасовки муки и манной крупы в мешки предусмотрено два карусельных весовыбойных аппарата АДК-50-ЗВМ (рис. X-2) и один аппарат ДВК-50П. Производительность одной карусельной весовыбойной линии 600 мешков в час при массе мешка с мукой 50 кг. Наличие в весовыбойном устройстве шести питателей позволяет

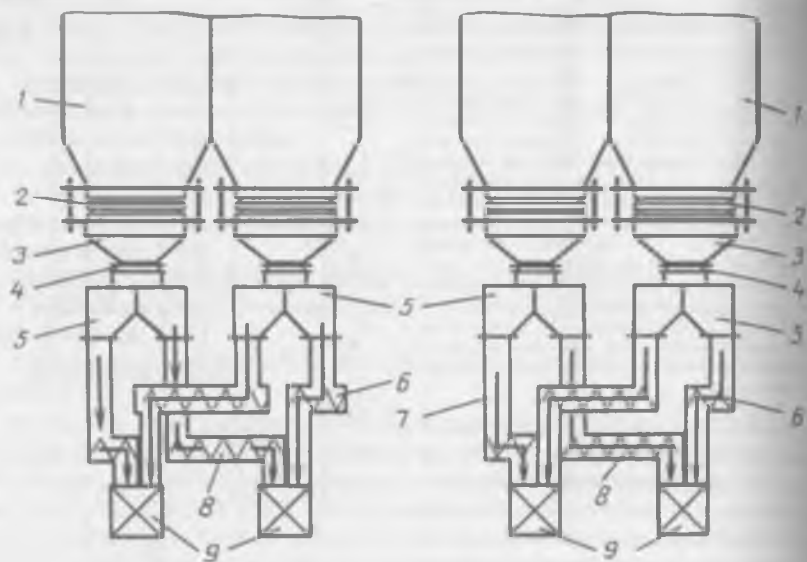


Рис. X-2. Схема выбоя муки на двух карусельных аппаратах:

1 — силосы для муки; 2 — гибкая вставка; 3 — виброразгрузчик; 4 — мягкая вставка; 5 — делительная воронка; 6, 8 — винтовые питатели; 7 — самотечная труба; 9 — весовые дозаторы

фасовать на каждой линии до трех сортов муки без зачистки питателей, быстро переходя с выбоя одного сорта муки на другой.

После фасовки мешки с мукой направляют ленточными конвейерами в одноэтажный склад, где при помощи пакетоформирующей машины У1-УМП-1 укладывают мешки на поддоны или при помощи телескопического вагонопогрузчика У2-КМП-1 непосредственно загружают железнодорожные вагоны (рис. X-3).

Работа выбойного отделения предусмотрена в одну смену. Случайные просыпы муки, возникающие при выбое в тканевые мешки, собирают под весовыбойными аппаратами в специальный поддон, оборудованный подгребающим устройством. Затем по аэрозольтранспортной линии их направляют через специальный фильтр-разгрузитель РЦИР-1,7-4 и центробежный просеиватель в силос.

Предусмотрена также фасовка муки и манной крупы в мелкую тару. Ежедневно необходимо фасовать 56 т муки и 4 т манной крупы. Из бункера вместимостью 20 т мука поступает в два питающих винтовых конвейера, расположенных под некоторым углом друг к другу, а затем в фасовочный автомат. Роль питающих винтовых конвейеров очень важна, так как они разрыхляют муку и поддерживают ее в текущем состоянии. Без правильной установки питающих устройств фасовочный автомат работать точно и стабильно не может.

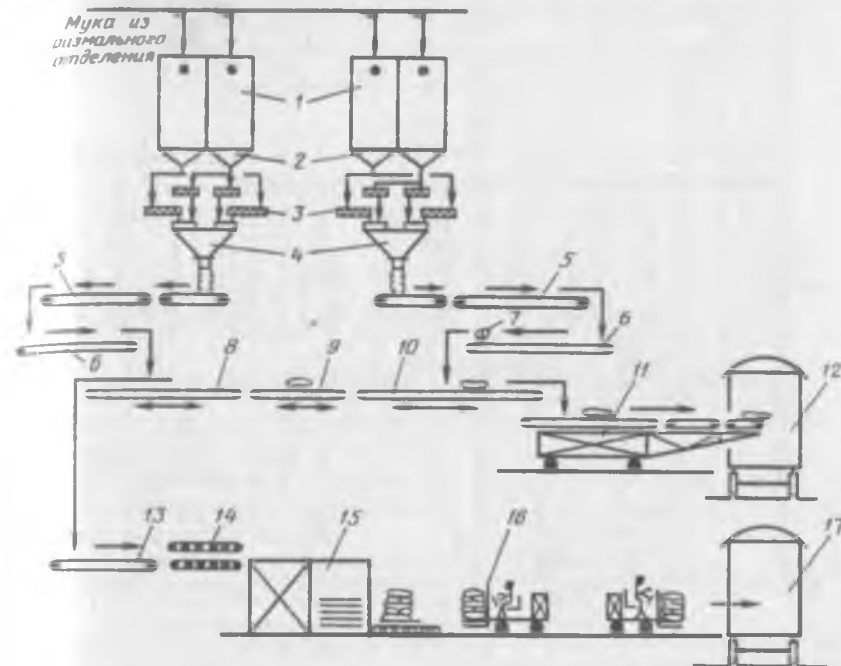


Рис. X-3. Схема механизации выбойного отделения и склада мукомольного завода мощностью 500 т/сут:

1 — силосы для выбоя муки; 2 — виброразгрузчики; 3 — винтовые питатели; 4 — карусельный весовыбойный аппарат; 5, 6, 13 — ленточный конвейер; 7 — фотоэлемент; 8, 10 — реверсивный ленточный конвейер; 9 — реверсивный тактовый ленточный конвейер; 11 — вагоноразгрузчик; 12, 17 — вагоны; 14 — прокатное устройство; 15 — пакетоформирующая машина; 16 — электропогрузчик

При фасовке муки в пакеты массой по 2 кг техническая производительность линии 60 пакетов в минуту, или 7,2 т/ч. Однако очень много времени уходит на подготовку автомата к работе, его профилактику и внутрисменные простои. Поэтому практически за одну смену можно фасовать до 40 т продукции. Если потребность в фасованной продукции выше, то необходимо фасовочную линию переводить на двухсменный режим работы.

Пакеты с мукой поступают в автомат А5-БУА групповой упаковки, который формирует пачки по шесть пакетов массой 12 кг, укладываемые вручную на поддон.

Фасовка манной крупы предусмотрена в автоматических весах ДРК-1 в пакеты массой по 0,5 и 1,0 кг. Крупа поступает из бункера вместимостью 20 т.

Пакеты для манной крупы поставляют готовые. После наполнения крупной пакеты скрепляют металлическими скрепками в проволокошвейной машине БШП-4. Пакеты с крупой укладывают в метал-

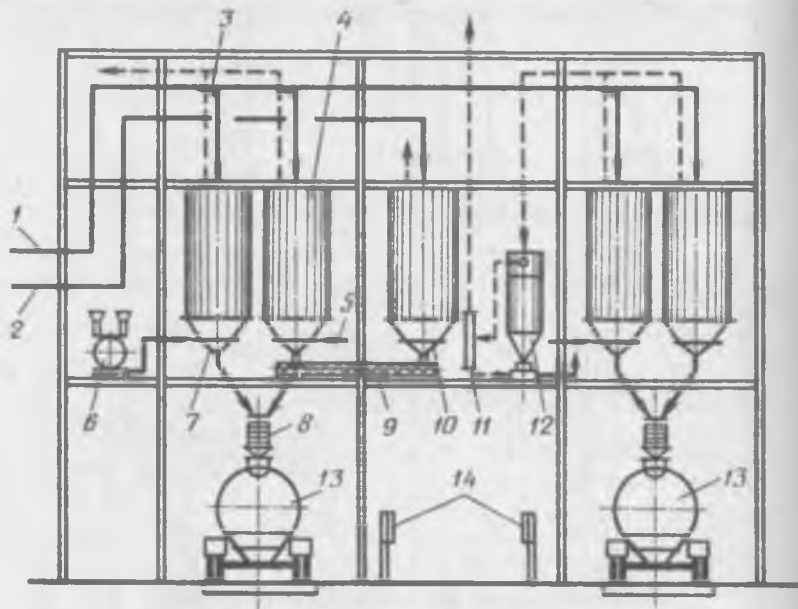


Рис. X-4. Схематичный разрез по отпускному устройству для муки и отрубей на автомобильный транспорт:

1 — продуктотранспортной линии подачи муки; 2 — продуктотранспортной линии подачи отрубей; 3 — переключатель потока на два направления; 4 — металлический бункер; 5 — подача сжатого воздуха от кольцевой воздуховодной машины; 6 — кольцевая воздуховодная машина; 7 — аэрозатручник; 8 — выпускной рукав; 9 — винтовом конвейере; 10 — виброразгрузчик; 11 — вентилятор среднего давления; 12 — фильтр; 13 — автомуквоз; 14 — циферблат автомобильных весов

лические ящики массой по 20 кг. Всю продукцию отпускают через одноэтажный склад.

Для отпуска муки в автомуковозы запроектировано устройство на два проезда (рис. X-4). Над каждым проездом расположено два ряда оперативных металлических бункеров вместимостью по 7,5 т каждый. Всего предусмотрено 16 бункеров общей вместимостью 120 т, что обеспечивает около одной трети запаса муки, вырабатываемой в сутки. В каждом проезде имеются автомобильные весы грузоподъемностью 30 т с циферблатной головкой и печатающим устройством.

Муку в бункера отпускного устройства на автомобильный транспорт подают аэрозольтранспортной линией с производительностью 36 т/ч. При заблаговременном формировании сортов муки и накоплении ее в силосах бестарного хранения, а также при непосредственном отпуске муки первого потока (высшего сорта), минуя установку формирования, можно наполнять оперативные бункера двумя аэро-

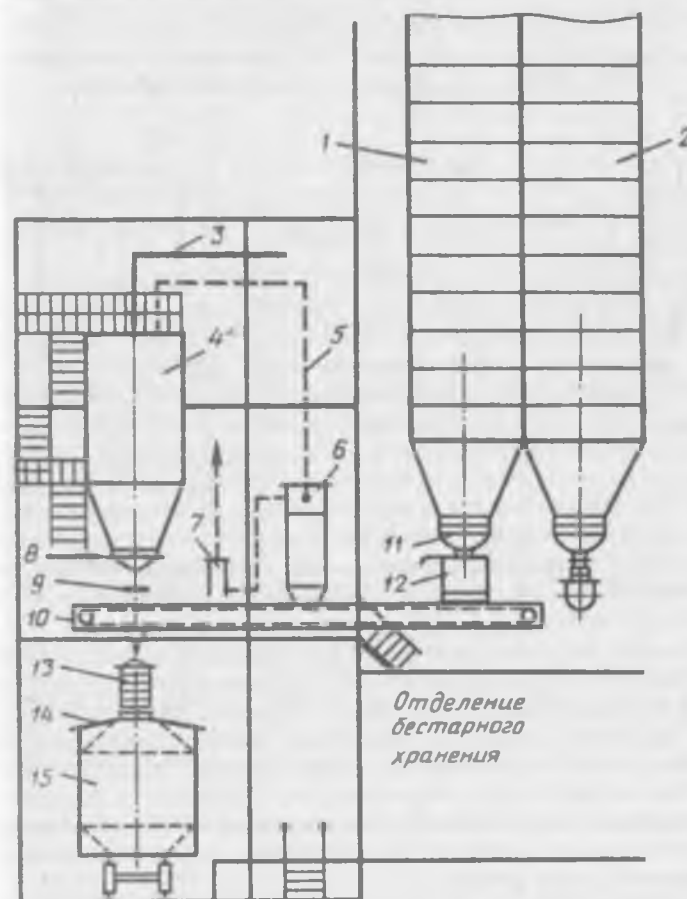


Рис. X-5. Поперечный разрез устройства бестарного отпуска муки и отрубей на железнодорожный транспорт:

1 — силос для отрубей; 2 — силос для муки; 3 — продуктотранспортной линии подачи муки; 4 — бункер; 5 — аспирационный воздуховод; 6 — фильтр; 7 — вентилятор; 8 — сжатый воздух от кольцевой воздуховодной машины; 9, 12 — задвижки; 10 — цепной конвейер; 11 — виброразгрузчик; 13 — отпускной рукав; 14 — вагон; 15 — вагон-муквоз

зольтранспортными линиями с общей производительностью 72 т/ч. Такая производительность достаточна для бесперебойного отпуска всей продукции, вырабатываемой заводом за сутки, за одну первую смену.

Муку в железнодорожные вагоны-муквозы отгружают из отпускного устройства (рис. X-5). Четыре металлических бункера вместимостью по 15 т каждый позволяют загрузить один вагон-муквоз без дополнительной подкачки муки.

Отруби из размольного отделения линией нагнетающего пневмотранспорта производительностью 5 т/ч направляют в бункер вместимостью 20 т. Он оборудован виброразгрузчиком и винтовым питателем У2-БПВ-20, который имеет два выпускных отверстия с патрубками. Патрубки снабжены ручными задвижками. Из одного патрубка отруби поступают в два пресса-гранулятора, из другого — на линию нагнетающего пневмотранспорта, которая подает их в металлический бункер для отпуска на автомобильный транспорт, в комбикормовый цех или обратно в бункер.

Отруби гранулируют в прессах ДГ-1. После охлаждения в охладителе норией и цепным конвейером отруби подают в четыре бункера. Из них отруби грузят через четыре загрузочных люка в вагон с помощью виброразгрузчиков, оборудованных задвижками У20-БЗП2 с электропневмоприводом. Для отгрузки используют четыре цепных конвейера КПС(3)-320 и отпускные устройства У2-БУО. Каждая линия имеет производительность 60 т/ч (по виброразгрузчику). Таким образом вагон может быть загружен гранулированными отрубями за 15 мин. При необходимости в железнодорожные вагоны можно загружать и рассыпные отруби, направляя их мимо пресса в норию. Однако эту операцию можно использовать как случайную, так как отруби негранулированные не подлежат длительному хранению из-за их слеживаемости и порчи.

Строительство отделений бестарной приемки, хранения и отпуска муки позволяет повысить уровень механизации и автоматизации транспортных операций, высвобождающих большое число рабочих, занятых на трудоемких работах, увеличить производительность труда, уменьшить потери муки, снизить себестоимость производства муки. Единственный недостаток строительства отделений и корпусов бестарной приемки, хранения и отпуска муки заключается в высокой стоимости капитальных вложений по сравнению со строительством складов хранения муки в мешках.

В устройствах бестарной приемки и хранения муки для перемещения муки используют аэрозольтранспорт. Однако применение имеет два недостатка: большая энергоемкость и усушка муки на 0,2...0,3 %. Поэтому необходимо стремиться к минимальному числу транспортных операций. Для этого муку из размольного отделения в первую очередь загружают в силосы, расположенные над весовыбойными аппаратами. В силосы бестарного хранения поступает та мука, которая будет отпускаться бестарным способом. Поэтому минимальное время нахождения муки в силосах определяется временем, необходимым для отлежки муки, т. е. трое суток. На мукомольном заводе мощностью 500 т/сут, вырабатывающем муки около 400 т/сут, с отделением бестарного хранения вместимостью 3000 т, при отгрузке бестарным способом только 20 % (80 т), мука в силосах хранения будет лежать $3000 : 87 = 37,5$ сут. Это недопустимо и ее придется перекачивать в выбойные силосы, однако тогда увеличится число транспортных

операций. Поэтому надо стремиться к оптимальному варианту выбора вместимости силоса для хранения муки бестарным способом.

Для приведенного случая вместимость силоса хранения муки бестарным способом с учетом роста бестарного отпуска в перспективе до 80 %, т. е. в 4 раза, составит: $400 \times 0,8 \times 3 = 960$ т. Максимальная отлежка муки в первый период составит: $960 : 80 = 12$ сут, что вполне допустимо.

В таблице X-1 приведены данные о запасе вместимости силосов (сут) для отлежки муки в зависимости от вместимости силосов и отгрузки муки (%) бестарным способом для мукомольного завода мощностью 500 т/сут. Выделена зона, соответствующая интервалу максимального и минимального уровня запаса муки (сут). Суточная выработка муки принята 400 т.

X-1. Время хранения муки (сут) при разной вместимости силосов

Вместимость отделений бестарного хранения муки, т	Запас вместимости силосов, сут	Отгрузка муки							
		10° / 40	20 / 80	30 / 120	40 / 160	50 / 200	60 / 240	70 / 280	80 / 320
500	1,25	12,5	6,25	4,16	3,1	2,5	2,08	1,8	1,56
1000	2,5	25	12,5	8,3	6,25	5,0	4,17	3,57	3,125
1500	3,75	37,5	18,75	12,5	9,375	7,5	6,25	5,35	4,68
2000	5,0	50	25	16,7	12,5	10,0	8,3	7,14	6,25
2500	6,25	62,5	31,2	20,8	15,6	12,5	10,4	8,9	7,8
3000	7,5	75	37,5	25	18,7	15	12,5	10,7	9,3
3500	8,75	87,5	43,7	29,1	21,8	17,5	14,6	12,5	10,9

* Отгрузка муки дана следующим образом: в числителе — в %, в знаменателе — в тоннах.

Для определения вместимости силосов для хранения B (т) и отгрузки муки бестарным способом используют формулу

$$B = \frac{5(A B)}{100},$$

где 5 — средний коэффициент хранения, определенный как разность максимального и минимального значений времени хранения, деленной на $2((13-3)/2-5)$; A — суточная выработка муки, т; B — отпуск муки бестарным способом, %.

Для отделений бестарного хранения, оснащенных установками для формирования сортов муки, данная формула не подходит, так как для этих отделений требуется больше силосов для накопления компонентов муки различного качества.

Как правило, отделения и корпуса бестарного хранения муки строят из сборных железобетонных конструкций. При строительстве особое внимание уделяют укладке объемных элементов сечением 3×3 м в силосы. От точности их укладки и качества зависит эксплуатационная

надежность, т. е. свободное вытекание муки из силосов. Внутреннюю поверхность силосов и особенно нижнюю часть вместе с забуткой и металлической воронкой тщательно обрабатывают специальными эмалями в соответствии с утвержденной инструкцией.

Большое распространение имеют простейшие устройства для отпуска муки в автомуковозы. Для их строительства применяют металлические бункера ϕ 2,5 и 3,0 м, объемом 50 и 66 м³. При действующих мукомольных заводах отпускные устройства из заводских бункеров, которые поставляют как оборудование, строят, как правило, без ограждающих конструкций.

Мука, поступающая в силос, уплотняется. Чем больше высота силоса, тем больше происходит это уплотнение, особенно в нижней части силоса, где часть муки подвергается наибольшему давлению. Замечено, что самоуплотнение муки происходит и после ее загрузки. В силосе размером 3×3 м и высотой 19,2 м находится 100 т муки. Однако уже через несколько часов в заполненный мукой силос можно загрузить еще 4...5 т муки. По высоте силоса в различных точках мука имеет различную объемную массу.

Если мука поступает с объемной массой 0,55 т/м³, то в нижней части силоса объемная масса составит 0,75 т/м³, а в средней — 0,65 т/м³.

Уплотненная мука плохо вытекает из силоса. Поэтому применяют различного рода побудители истечения муки (виброразгрузители, аэроднища и др.). На рисунке X-6 изображена схема разгрузки муки из силоса. Мука из силоса 1 через воронку 2 с помощью виброразгрузчика 4 поступает в приемную воронку 8. Подвижная часть виброразгрузчика отделена от неподвижного фланца и приемной воронки мягкими вставками 3 и 6. Приемная воронка снабжена смотровым окном 7. Нижние плотные слои муки, разрушаясь под действием вибраций, поступают в приемную воронку 8, которая в верхней части имеет значительное расширение. Она позволяет муке занять свободное пространство, а практически уменьшить плотность муки, несколько разрыхлится.

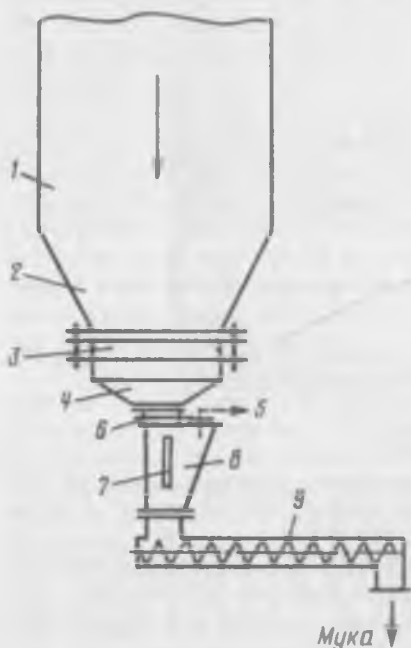


Рис. X-6. Схема разгрузки муки из силоса: 1 — силос; 2 — конусная воронка; 3, 6 — мягкие вставки; 4 — виброразгрузчик; 5 — отдушина; 7 — смотровое окно; 8 — приемная воронка; 9 — винтовой питатель

Воздух, вытесняемый расширившейся мукой, выходит через отдушину 5, обтянутую фильтровальной тканью. Далее мука поступает в винтовую питатель 9.

Описанный выше прием выпуска муки из силоса с разрыхлением ее в приемной воронке имеет большое значение при направлении муки в весовыбойные аппараты и многокомпонентные дозаторы, так как улучшает их работу.

Аэрационный разгрузчик (аэроднище) применяют при выпуске муки из бункера для направления ее непосредственно в автомуковоз или вагон-муковоз через отпускной рукав. Аэроднище устроено следующим образом. Внутри конусного корпуса устанавливают пористую перегородку, которую крепят на решетчатой конструкции. Пористую перегородку изготавливают из синтетического материала. В пространство между конусом и перегородкой подают сжатый воздух. Он, проникая через пористую перегородку равномерно по всей ее площади, насыщает муку и сообщает ей псевдоожиженное состояние.

При больших высотах силосов (более 15,0 м) применяемые ранее так называемые коэффициенты заполнения дают неправильный конечный результат. Поэтому необходим точный подсчет вместимости силоса на основании фактического объема силоса и объемной массы продукта (табл. X-2).

X-2. Объемная масса муки и отрубей, кг/м³

Продукт	Высота силоса, м			
	5	более 5...10	10...15	более 15
Мука пшеничная:				
высшего сорта	500	550	620	650
первого »	490	520	590	630
второго »	490	540	630	660
обойная	300	340	400	460
Макаронная крупка и полу-крупка	550	580	600	600
Мука ржаная:				
сеяная	450	500	560	620
обдирная и обойная	300	340	400	460
Отруби рассыпные:				
пшеничные	260	310	340	380
ржаные	290	330	350	420
Отруби гранулированные	590	590	600	600

Широкое распространение имеют силосы, выполненные из железобетонных объемных элементов заводского изготовления. В горизонтальной плоскости они представляют собой квадрат с размером сторон 3,0 м (по осям). Толщина стенки объемного элемента 100 мм при высоте 1200 мм. Внутренний размер 2,90 × 2,90 м.

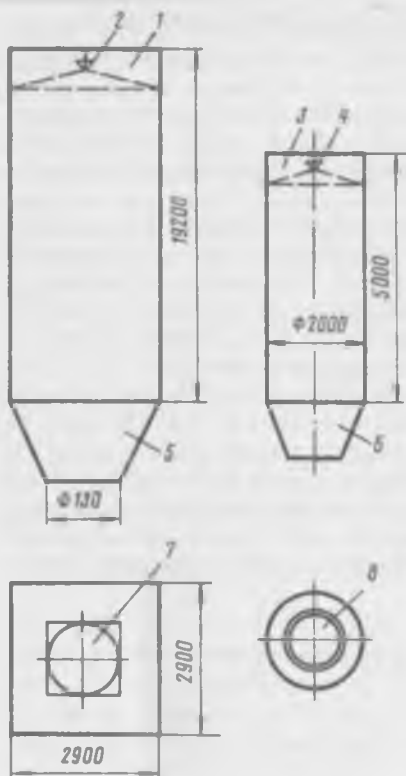


Рис. X-7. Определение объема силосов и бункеров:

1 — силос из железобетонных объемных элементов; 2 — датчик верхнего уровня; 3 — металлический силос цилиндрической формы; 4 — датчик верхнего уровня; 5 — конус железобетонного силоса; 6 — конус стального силоса; 7 — отверстие под виброразгрузчик; 8 — отверстие под аэродимпше

Определение вместимости силосов и бункеров ведется с помощью простейшего подсчета объема силоса. Внутренний объем силоса без выпускной воронки $2,9 \times 2,9 \times 19,2 = 161,4 \text{ м}^3$ (рис. X-7), где 19,2 м — высота силоса.

Обычно в конструкциях таких силосов объем, занимаемый мукой в конусной части, и объем, занимаемый мукой в верхней части, практически равны. Поэтому для расчетов принимают силос как цилиндр, не учитывая эти части. Мука, поступающая пневмотранспортом в силос, хорошо аэрирована (насыщена воздухом) и ложится не под углом естественного откоса, а под углом $15...20^\circ$. Необходимо также учитывать положение датчика верх-

него уровня, который отстоит на некотором расстоянии от надсилосной плиты и отключает подачу муки при наполнении силоса до уровня установки датчика. Практически все это входит в коэффициент заполнения, который равен для этих силосов 0,95. Таким образом вместимость силоса будет $161,4 \times 0,65 \times 0,95 = 100 \text{ т}$, где 0,65 — объемная масса муки, т; 0,95 — коэффициент заполнения.

Вместимость силоса высотой 24 м корпуса бестарного хранения $2,9 \cdot 2,9 \cdot 24 \cdot 0,65 \cdot 0,95 = 125 \text{ т}$.

Вместимость цилиндрической формы B (т) определяют по формуле

$$B = \frac{\pi D^2}{4} H \gamma k,$$

где D и H — диаметр и высота силоса, м; γ — объемная масса продукта; k — коэффициент заполнения, равный 0,95.

Тогда вместимость металлического бункера для муки высшего сорта

$$B = \frac{3,14 \cdot (2,0)^2}{4} \cdot 5,0 \cdot 0,50 \cdot 0,95 = 7,5 \text{ т}$$

§ 2. СКЛАДЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ОТПУСКА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Тип склада и его конструкцию подбирают, учитывая площадь, необходимую для размещения заданного количества продукции. Для мукомольных заводов размеры склада определяют, исходя из нормативного запаса вместимости, выраженного в суточном производстве муки. Общий запас вместимости для готовой продукции определен 10 сут. Поэтому вместимость склада готовой продукции будет определяться разностью общего нормативного запаса и вместимостью отделения бестарного хранения муки, в которую входит объем бункеров над весовыбойными аппаратами и вместимость отпускных устройств для бестарной отгрузки муки. Если объем силосов для бестарного хранения и отпуска муки составляет минимально 3 сут работы предприятия, то вместимость склада должна быть $10 - 3 = 7$ сут. При соответствующем обосновании допускаются отклонения от этого норматива.

Склады строят одно- и многоэтажные. Многоэтажные склады, начиная с двухэтажного, имеют сетку колонн 6×6 м. Их возводят из сборного железобетона. Из серии многоэтажных складов двухэтажный склад считается самым невыгодным, так как у него самая высокая стоимость 1 т вместимости. Обычно склады имеют ширину 24 м и длину 60 м.

Во всех типовых проектах мукомольных заводов, мощность которых не превышает 500 т/сут, предусмотрены одноэтажные склады. Минимальная вместимость склада при мукомольном заводе с отделением бестарного хранения муки с запасом вместимости до 10 сут должна быть рассчитана на загрузку 10—12 вагонов, или 600...720 т. Ширина одноэтажных складов принята 18 и 30 м, длина — соответственно 63 и 90 м.

Во всех типах складов их полы должны быть на уровне пола вагона, т. е. на отметке + 1,2 м. Одноэтажные склады строят из сборных железобетонных элементов и металлических ферменных конструкций заводского изготовления. Сетка колонн одноэтажных складов из сборных железобетонных элементов 9×6 , 12×6 и 18×6 м. Одноэтажные склады, возводимые из металлических деталей заводского изготовления (модулей), имеют сетку колонн 18×18 м. Фермы имеют консольный вылет 6 м. Поэтому один модуль покрывает площадь склада $30 \times 30 = 900$ м². Три таких модуля обеспечивают мукомольный завод мощностью 500 т/сут необходимой складской вместимостью, соответствующей 6,5 сут работы предприятия.

Одноэтажные склады имеют ряд преимуществ перед многоэтажными. Они имеют минимальную стоимость. Площадь склада используется наиболее эффективно, так как нет необходимости в лестничной клетке, грузовых лифтах, винтовых спусках. Механизация одноэтажного склада проще, она не предусматривает дополнительных затрат, усилий и времени на складирование продукции на вышележащих этажах, а также ее транспортирование с верхних этажей на отгрузку.

Одноэтажные склады имеют один недостаток — необходима большая площадь для строительства.

В складах размещают все виды готовой продукции как в мешках, так и фасованную в пакеты и уложенную в блоки по 12 кг на поддоне или в контейнеры. В складе выделяют место для хранения мешков из расчета их потребности на 30-дневный период. Помещение для мешков обычно выгораживают стенкой из металлических листов или сетки.

Площадь склада для хранения муки в мешках следует определять из условия укладки мешков массой по 50 кг тройником на поддоне по семь рядов. Масса пакета муки на поддоне 1050 кг. Размер поддона 1200 × 800 мм. Он занимает площадь 1,0 м². По высоте устанавливают два пакета (в два яруса). Нагрузка на 1 м² составляет 2100 кг. Коэффициент использования площади склада 0,4...0,6 в зависимости от его длины и установленного оборудования для механизации. Так, для одноэтажного склада размером 30 × 90 = 2700 м² вместимость должна быть $2,1 \cdot 0,6 \cdot 2700 = 3402$ т.

§ 3. Склады для хранения сырья и комбикормов

Для обеспечения ритмичной работы и выпуска продукции в необходимом потребителю ассортименте на комбикормовых заводах создают определенный запас всех видов сырья, систематически пополняемый, и запас готовой продукции, ежедневно отгружаемый.

Сырье поступает на комбикормовые заводы в железнодорожных вагонах, автомобильным транспортом насыпью и в таре. В зависимости от вида, физических свойств и способа доставки сырья его размещают и хранят в корпусах силосного типа, в таре, в цистернах и в контейнерах. Исходя из этого все виды сырья для производства комбикормов, БВД и готовую продукцию можно разделить на десять групп:

зерновое сырье поступает и хранится в рассыпном виде в корпусах силосного типа;

мучнистое сырье (отруби и мучки) поступает в рассыпном виде, реже гранулированном, хранится в корпусах силосного типа;

шроты поступают в рассыпном виде, реже в гранулированном виде и в таре, хранятся в корпусах силосного типа;

кормовые продукты пищевых производств, травяная мука поступают и хранятся в таре, реже в корпусах силосного типа. Если травяная мука поступает в гранулированном виде, то хранится в рассыпном виде в корпусах силосного типа;

сырье минерального происхождения поступает в рассыпном виде или в таре, хранится в контейнерах;

известняковая мука поступает в рассыпном виде и хранится в силосах;

премиксы поступают и хранятся в таре;

меласса поступает в железнодорожных, реже в автомобильных цистернах и хранится в цистернах;

жир поступает в бочках, реже в автомобильных цистернах, хранится в цистернах и бочках;

готовая продукция хранится в рассыпном и гранулированном виде в корпусах силосного типа.

Таким образом, хранилища силосного типа можно проектировать для большинства компонентов комбикормов и готовой продукции, что позволяет полностью механизировать погрузочно-разгрузочные работы.

Для хранения зерна, мучнистого сырья, шротов, гранулированного сырья и готовой продукции в большинстве случаев силосные корпуса строят из сборных железобетонных конструкций. Их монтируют из объемных элементов размером внутреннего сечения $2,9 \times 2,9$ м и высотой 1,2 м. Кроме объемных элементов, для создания силосов применяют плоские и угловые элементы. Полезная вместимость образуется как внутри объемных элементов, так и в пространствах между объемными и угловыми или плоскими элементами. В плане объемные элементы размещают в шахматном порядке и в зависимости от ряда. Такие силосные корпуса состоят из надсилосного этажа, силосной части и подсилосных этажей. Силосные корпуса для зерна, как правило, имеют один подсилосный этаж с шагом колонн 3×3 м. Высоту силосов для зерна и мучнистого сырья принимают до 30 м. При проектировании силосных корпусов для хранения шротов, в которых может содержаться остаточный бензин, допускается высота силосов не более 18 м. Травяную муку хранят в металлических элеваторах в регулируемой газовой среде, что позволяет уменьшить потери каротина.

На комбикормовых заводах предусматривают хранение в силосах известняковой муки и некоторых других видов сырья с хорошей сыпучестью (объемной массой $1,2 \dots 1,6$ т/м³). Таким сырьем можно заполнять зерновой силос на высоту только до 8,4 м, иначе прочность конструкции оказывается недостаточной, что приводит к разрушению.

Корпуса для готовой продукции проектируют так, чтобы из силосов самотеком или конвейерами загружать вагоны и автомобили без дополнительного подъема. Поэтому предусматривают два, а иногда три подсилосных этажа с шагом колонн 2×6 м.

На рисунке X-8 показан разрез типового силосного корпуса готовой продукции с загрузкой автомобилей непосредственно из силосов. Процесс загрузки и разгрузки силосов полностью механизирован.

Для загрузки силосов и передачи из них сырья и готовой продукции применяют цепные конвейеры, а выпуск из конвейеров регулируют задвижками, управляемыми дистанционно.

Сырье подают в производство или в нории. Их устанавливают около корпуса. Иногда нории размещают в шахтах, используя часть силоса. В этом случае вместо выпускных воронок делают плоские днища. В ряде проектов силосные корпуса для зерна, гранулированного сырья и готовой продукции загружают поворотными трубами (рис. X-9). Каждый силос имеет воронку для перехода с сечением

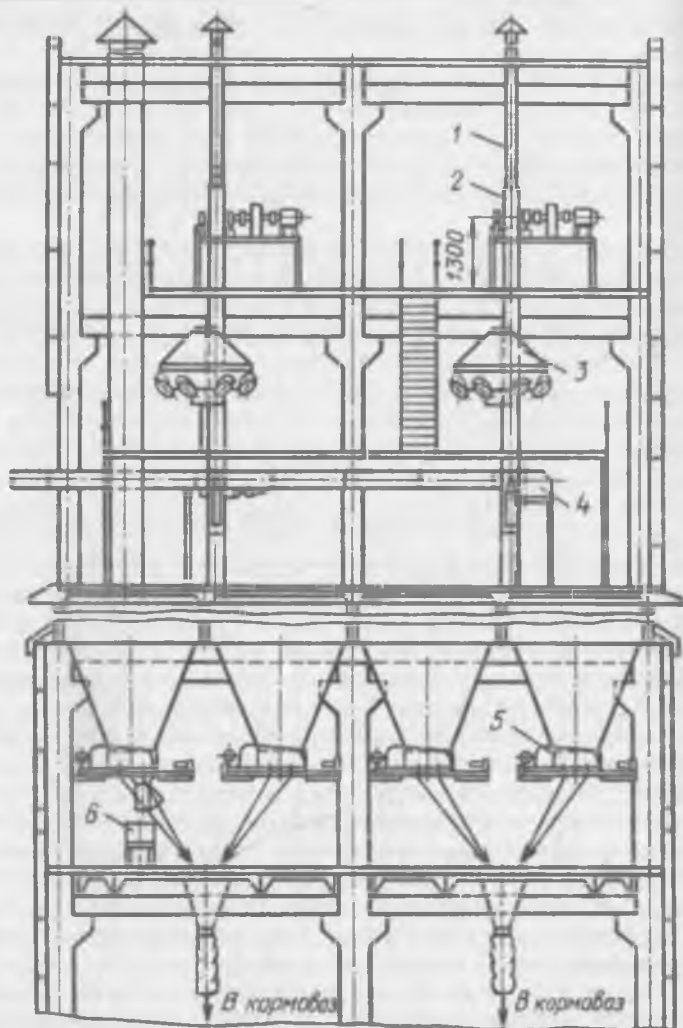


Рис. X-8. Разрез силосного корпуса готовой продукции с загрузкой автомобилей непосредственно из силосов:

1 — азурооразрядная труба; 2 — нория; 3 — поворотная труба; 4 — конвейер; 5 — винтовой разгрузитель; 6 — конвейер для загрузки в железнодорожные вагоны

размером $2,9 \times 2,9$ м на входное сечение выпускного механизма. Угол наклона стенок воронок для зерна принимают 45° , а для мучнистого сырья, шротов и готовой продукции 70° . Зерно выпускается через задвижки с сечением размером $0,3 \times 0,3$ м. Для других видов сырья

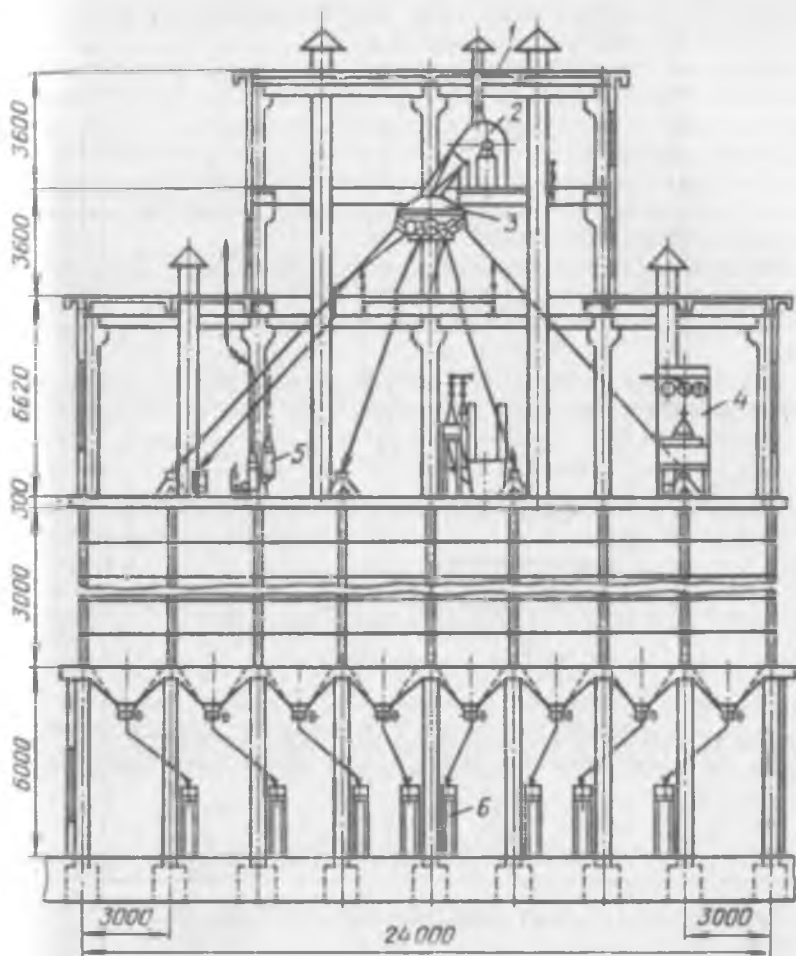


Рис. X-9. Разрез силосного корпуса с загрузкой силосов зерном через поворотные трубы:

1 — штыревая труба; 2 — нория; 3 — поворотная труба; 4 — фильтр; 5 — вентилятор; 6 — конвейер

и готовой продукции, которые недостаточно сыпучи и способны образовывать своды над воронками, для лучшего вытекания из силосов необходимы специальные конструкции выпускных устройств. В типовых проектах для этой цели предусматривают четырехвинтовые разгрузители.

Склады для хранения сырья в таре чаще всего проектируют одноэтажными, реже в два и более этажей. Шаг между колоннами 6 м, в

одноэтажных складах расстояние между продольно расположенными колоннами можно принимать 12 и 18 м.

Цистерны для мелассы делают из металла. Их вместимость 200, 400 и 800 м³. Цистерны для жира проектируют также металлическими вместимостью 9 м³. Обычно устанавливают одну приемную и одну резервную цистерны.

Для хранения мясо-костной, рыбной муки, карбамида, карбамидного концентрата и особенно соли и мела чаще применяют контейнеры (резинокордовые или металлические).

Размещение многочисленных компонентов, рассыпного и гранулированного комбикорма, БВД должно обеспечивать нормальные условия хранения и возможность наблюдения за их качеством и состоянием.

Вместимость силосных корпусов и складов сырья рассчитывают, исходя из следующих сроков хранения (сут) для заводов мощностью до 500 т/сут:

Сырье:	
зерновое	27
мучнистое	16
Шроты	31
Известняковая мука	15
Кормовые продукты пищевых производств, травяная мука	27
Сырье минерального происхождения	43
Премиксы	28
Меласса	85
Жир	28

Запасы сырья для комбикормовых заводов мощностью более 500 т/сут уменьшают в соответствии с принятым коэффициентом снижения K .

$$K = \sqrt{Q/500},$$

где Q — мощность завода, т/сут.

Запасы сырья C_i (сут) определяют следующим образом:

$$C_i = C_{i0}/K,$$

где C_{i0} — запас сырья для завода мощностью 500 т/сут.

Так как для заводов мощностью до 500 т/сут коэффициент $K=1$, то в этом случае $C_i = C_{i0}$.

Исходными данными для расчета потребной вместимости складских сооружений для сырья и готовой продукции считают мощность завода (т/сут), сроки хранения и усредненный расход сырья (табл. X-3).

Общую нормативную вместимость E_i (т) для хранения i -го вида сырья определяют по формуле

$$E_i = \frac{Qa_i C_i}{100}.$$

Х-3. Усредненный расход сырья

Сырье	Для производства	
	комбикормов	БВД
Зерновое	60	22
Мучнистое	16	16
Шроты	11	30
Известняковая мука взамен мела	2	8
Кормовые продукты пищевых производств, травяная мука	8	17
Сырье минерального происхождения:		
с мелом	2,5	10,0
без мела	0,5	2,0
Премиксы	1	6
Меласса	2,0	—
Жир	0,5	—

Для готовой продукции срок хранения составляет 5 сут. Нормативную вместимость E (т) рассчитывают

$$E = 5Q.$$

Вместимость силоса для i -го вида сырья рассчитывают по формуле

$$e_i = \gamma_i(V + V_n - f_i),$$

где V — вместимость силоса, м^3 , γ — усредненная объемная масса сырья, $\text{т}/\text{м}^3$; V_n — объем воронки, м^3 ; f_i — объем силоса, не заполненный продуктом, м^3 .

Принимают следующие усредненные значения объемной массы ($\text{т}/\text{м}^3$):

Сырье:	
зерновое	0,65
мучнистое	0,3
Шроты	0,5
Известняковая мука	1,4
Кормовые продукты пищевых производств	0,5
Сырье минерального происхождения	1,2
Премиксы (наполнитель — отруби)	0,3
Меласса	1,2
Жир	0,95
Рассыпной комбикорм, БВД	0,5
Гранулированный комбикорм, БВД	0,63

Объем силоса можно рассчитывать, зная его площадь сечения и высоту до воронки. Для квадратного силоса из сборных железобетонных изделий с размером стороны квадрата 2,9 м объем силоса V (м^3) будет

$$V = SH,$$

где S — площадь квадратной части силоса, м^2 , $S = 8,41 \text{ м}^2$; H — высота квадратной части силоса, м.

Объем воронки определяют как объем усеченного конуса или усеченной пирамиды. Объем части силоса, не заполненного продуктом, будет зависеть от площади сечения силоса, угла естественного откоса сырья и места загрузки силоса. При угловой загрузке силоса f_i будет больше, чем при центральной его загрузке.

Необходимое число силосов для i -го вида сырья или готовой продукции определяют

$$N_i = E_i / e_i.$$

Общее число силосов для сырья будет

$$N = \sum_{i=1} N_i.$$

Зная общее число силосов, можно определить размеры одного силосного корпуса (если завод имеет малую мощность) или размеры отдельных силосных корпусов для хранения сырья. Корпус из сборных железобетонных конструкций проектируют шириной 12, 18 и 24 м, причем длина корпуса должна быть кратная 6 м и отношение к ширине не должно превышать 2 : 1. Если для хранения сырья длина силосного корпуса получается больше, то проектируют два корпуса. Для заводов мощностью до 400 т/сут обычно предусматривают один общий корпус для зерна, мучнистого сырья и шротов.

Высота силосов зависит от объемно-планировочных решений. Если силосный корпус стоит отдельно от производственного, то высоту силосов выбирают максимальной (для зерна и мучнистого сырья 30 м, для шротов 18 м), так как чем выше силосы, тем строительство корпуса экономичней. Если же силосный корпус сблокирован с производственным корпусом, то уровень пола надсилосного этажа принимают по уровню пола последнего этажа производственного корпуса.

Допустим, что восьмизэтажный производственный корпус имеет следующие высоты этажей, начиная с первого: 6,0; 4,8; 4,8; 6,0; 4,8; 4,8; 6,0 м. При высоте подсилосного этажа 6 м высота силосов 30 м. При высоте подсилосного этажа 7,2 высота силосов будет равна 28,8 м.

Силосы для шротов не могут быть такой высоты, поэтому требуется запроектировать самостоятельный корпус или силосы корпуса разделяют по высоте на две части промежуточным этажом высотой 3,6 или 4,8 м. Разделив силос высотой 28,8 м этажом высотой 4,8 м, получим суммарную высоту силосов для шротов, равную (28,8 м — 4,8 м) — 24 м. Высота верхнего и нижнего ряда силосов может быть одинаковой — по 12 м.

Потребная площадь F_i (м²) для i -го вида сырья, хранящегося в таре (мешках), определяют по формуле

$$F_i = E_i / 0,8,$$

где 0,8 — коэффициент использования площади, т/м².

Коэффициент 0,8 учитывает нагрузку на 1 м² площади и использование площади для проезда погрузчиков и проходов между штабелями. Это объясняется тем, что различные виды сырья должны храниться раздельно и необходимо иметь 10...15 % оперативной площади для проездов при использовании погрузочно-разгрузочных механизмов и проходов между штабелями.

Для складов напольного хранения готовой продукции в таре при определении вместимости следует принимать коэффициент использования площади 0,85. Затаренные комбикорма укладывают в штабеля высотой не более 2,5 м с проходами между ними не менее 1,25 и около стен 0,7 м. Площадь для хранения сырья в контейнерах и для пустых контейнеров определяют графически с учетом проезда погрузчиков и проходов.

Потребную площадь F_i (м²) для хранения этих видов сырья можно определить по следующей формуле:

$$F_i = E_i / 1,2,$$

где 1,2 — коэффициент использования площади, т/м².

Для автоматизированного проектирования складских сооружений для сырья и готовой продукции были созданы программы, в основном решающие задачи расчета сырья и готовой продукции, необходимой вместимости складских помещений.

Так, программа расчета сырья и готовой продукции (разработчик ГосНИИСибпромзернопроект, г. Новосибирск) предусматривает расчет годовой потребности сырья и выхода готовой продукции для комбикормового завода. Результаты расчета выдаются в виде табличных форм. Программа разработана для ЭВМ ЕС-1022 (язык ПЛ/1).

Программа по расчету вместимостей складов для хранения сырья и готовой продукции (разработчик ГосНИИСибпромзернопроект, г. Новосибирск) предусматривает расчет вместимостей хранилищ для сырья и готовой продукции в зависимости от способа хранения сырья и комбикормов. Программа разработана для ЭВМ ЕС-1022 и ЕС-1035 (язык ПЛ/1).

Авторами разработана программа «ВМЕСТИМОСТЬ» для ЭВМ типа СМ (язык Бейсик). Эта программа позволяет определять: расчетный срок хранения сырья для заводов разной мощности; требуемую вместимость складских сооружений для сырья и готовой продукции; число силосов при их высоте от 12 до 30 м с шагом 1,2 м; размеры и число корпусов силосного типа для сырья и готовой продукции при ширине силосного корпуса 12, 18, 24 м и разной высоте силосов; требуемую площадь склада для хранения сырья в таре; число резервуаров для мелассы и жира; площадь склада для хранения жира в бочках. Программой предусмотрена распечатка всех данных в виде таблиц и нахождение оптимальных размеров корпусов силосного типа. Критериями оптимальности являлись стоимость строительства и минимальная разность между расчетной и проектной вместимостями.

В складах готовой продукции предусматривают современное оборудование для механизации формирования пакетов, хранения и отгрузки мешков с мукой.

Склад готовой продукции типового мукомольного завода мощностью 500 т/сут имеет по двое ворот для отгрузки муки на железнодорожный и автомобильный транспорт (рис. X-10). Ворота 1 используют для погрузки продукции вагоноразгрузчиком У2-КМП-1, а ворота 2 — электропогрузчиками мешков с мукой, уложенных в пакеты на машине У1-УМП-1. Ворота устраивают, чтобы можно было грузить два вагона без расцепки.

Оба весовыбойных аппарата фасуют параллельно два одноименных сорта муки. Мешки с мукой подают параллельно ленточным конвейерам У1-БКГ 3, 4 и они поступают на поперечные ленточные реверсивные конвейеры У1-БКР 5, 6. На ленточном конвейере 4 установлен фотоэлемент 7, который заблокирован с промежуточным реверсивно-тактовым конвейером У2-БРТ 8.

В момент прохождения мешком зоны действия фотоэлемента срабатывает блокировка и останавливается тактовый конвейер 8.

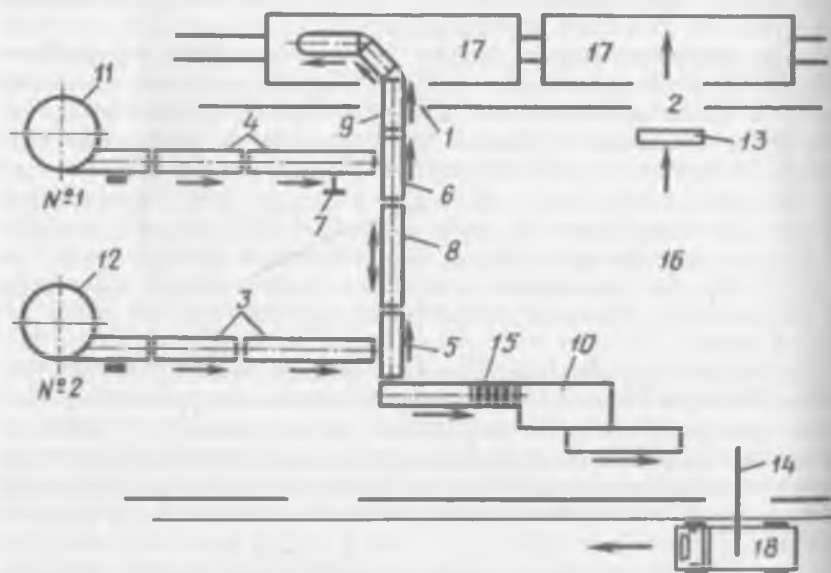


Рис. X-10. Схема механизации склада готовой продукции типового мукомольного завода мощностью 500 т/сут:

1, 2 — ворота; 3, 4 — ленточные конвейеры; 5, 6 — реверсивные ленточные конвейеры; 7 — фотоэлемент; 8 — реверсивный тактовый ленточный конвейер; 9 — вагонозагрузчик; 10 — пакетоформирующая машина; 11, 12 — карусельные весовыбойные аппараты; 13 — пакетосжиматель; 14 — тельфер; 15 — прокатное устройство; 16 — склад; 17 — вагон; 18 — автомобиль

После прохождения мешком зоны фотоэлемента автоматически включается тактовый конвейер. Эта система блокировки предотвращает столкновение двух мешков и их заклинивание. С реверсивного конвейера 6 мешки поступают в вагоноразгрузчик 9, который загружает их в вагон. Производительность загрузки при двух одновременно работающих весовыбойных аппаратах — 60 т/ч.

Так как пакетоформирующая машина У1-УМП-1 имеет производительность 30 т/ч, то работает только один из двух весовыбойных аппаратов. Перед поступлением в пакетоформирующую машину мешки проходят прокатное устройство 15. Электропогрузчики забирают сформированный на поддоне пакет и устанавливают его в складе. При погрузке в вагон пакетов применяют электропогрузчики с трехвилочным захватом, которые забирают пакет без поддона и устанавливают его в вагон. Предварительно пакет проходит обжим в пакето-сжимателе 13.

Система механизации имеет три основных и два вспомогательных маршрута работы. Первый — погрузка муки в вагон из выбойного отделения непосредственно с двухкарусельных весовыбойных аппаратов; второй — формирование пакета из мешков с мукой, направляемых с весовыбойного аппарата № 1 в пакетоформирующую машину У1-УМП-1; третий — формирование пакета из мешков с мукой, направляемых с весовыбойного аппарата № 2; четвертый — погрузка в вагон из карусельного весовыбойного аппарата № 1; пятый — погрузка в вагон с карусельного весовыбойного аппарата № 2.

Четвертый и пятый варианты — аварийные. Они действуют в случае выхода из строя одного из аппаратов. В этом случае погрузка в вагон продолжается 2 ч вместо 1 ч.

В складе также предусмотрен отпуск пакетов с мукой и фасованной продукции в автомобили. При погрузке пакетов с мукой в автомобили применяют тельфер с навесным захватом, который грузит в кузов автомобиля пакет вместе с поддоном.

Автомобиль ставят бортом к воротам. Обычно в кузов устанавливают шесть поддонов с мукой, т. е. $1,05 \cdot 6 = 6,3$ т муки. При этом требуется два раза делать подвижку автомобиля после погрузки каждого пакета муки.

Вопросы для самоконтроля. 1. Каковы преимущества хранения муки в силосах отделения бестарного хранения муки и транспортирования муки в автомуковозах и вагономуковозах по сравнению с хранением и транспортированием ее в мешках? 2. Необходимость и способы теплоизоляции силосов муки. 3. Расскажите о поточном методе отгрузки муки в вагон непосредственно из выбойного отделения с помощью телескопического конвейера? 4. Сравните склады различной конструкции. 5. Расскажите о механизации работ с тарными грузами в складе. 6. Рассчитайте вместимость и размеры корпуса мучнистого сырья для комбикормового завода мощностью 100; 200; 630 т/сут. 7. Определите число силосов высотой 24 м для комбикормового завода мощностью 320; 420 т/сут. 8. Рассчитайте вместимость и размеры склада сырья, поступающего в таре, для комбикормовых заводов мощностью 100; 320; 630 т/сут.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

§ 1. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ НА МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Основные принципы управления технологическими процессами. Управление в общем виде представляет собой организацию и реализацию комплекса целенаправленных воздействий на объект. Мукомольные заводы отличаются высокой степенью сложности технологических процессов, суть которых состоит в многократном влиянии на результаты производства большого количества одновременно действующих факторов при большой скорости их воздействия. В этих условиях обслуживающему персоналу невозможно принять правильные и своевременные решения по управлению. Поэтому протекание и уровень технологического процесса, как правило, оценивают только на завершающей стадии по количеству и качеству готовой продукции. Все это приводит к неравномерности протекания технологических процессов (их неупорядоченности) и к снижению уровня технологии в целом. Неупорядоченность в технологическом процессе реально можно уменьшить только на основе его стабилизации, оперативного контроля и автоматизации.

Стабилизация технологических процессов на всех этапах мукомольного производства является основой их эффективного управления и улучшения условий труда.

Равномерность технологических процессов обеспечивается стабильностью обрабатываемых зерновых потоков, режимов работы технологического и транспортного оборудования, применением средств оперативного контроля и управления. Поэтому в процессе проектирования новых и реконструкции действующих мукомольных заводов необходимо предусматривать максимальную стабилизацию технологических процессов на всех этапах производства, которая достигается при решении следующих мероприятий:

предварительная очистка зерна в элеваторе с выделением мелкой фракции — обеспечивает высокую выравненность исходных партий, направляемых в зерноочистительное отделение;

устройство многоканальных выпускных устройств в днищах зерновых бункеров, которые не допускают самосортирования зерновой массы и обеспечивают равномерный выпуск зерна по сечению бункера;

применение автоматических регуляторов потока зерна из каж-

дого бункера — позволяет формировать помольные партии зерна с высокой точностью как по соотношению компонентов в смеси, так и по производительности зернового потока;

применение индивидуальных нагнетающих пневмотранспортных линий на каждом подъеме зерна в зерноочистительном отделении, муки на контроль и в отделении бестарного хранения — обеспечивает высокую эффективность транспортирования и не оказывает влияния на работу параллельно работающих конвейеров;

использование увлажнительных машин А1-БШУ — позволяет интенсифицировать процесс увлажнения зерна и повысить его надежность и эффективность;

применение автоматического весового дозатора с программным управлением для подачи подготовленного в зерноочистительном отделении зерна в размольное отделение — обеспечивает заданную стабильность нагрузки на I драную систему во времени;

устройство пневматического группового отвала и привала вальцов в вальцовых станках ряда систем — обеспечивает синхронность и заданную последовательность включения всего размольного отделения, что вызывает сокращение времени на запуск и обеспечивает стабильность всего процесса размола зерна в результате поддержания постоянной нагрузки на все системы;

применение высокоэффективных вальцовых станков А1-БЗН с водяным охлаждением вальцов, обладающих высокой износостойкостью рабочей поверхности, — позволяет обеспечивать стабильный режим измельчения на всех системах без замены вальцов на драных системах в течение 1,5...3,0 лет, а на размольных — 10...12 лет;

применение эффективной всасывающей системы пневматического транспортирования промежуточных продуктов размола зерна — обеспечивает высокую надежность транспортирования; при этом, как правило, каждая половина вальцового станка связана с одной секцией рассева данной системы самостоятельным продуктопроводом;

сбор муки из рассевов рабочих систем осуществляется группой винтовых конвейеров, расположенных непосредственно под рассевным этажом — сокращает протяженность труб самотечного транспорта и улучшает управление формированием потоков муки;

применение двухэтапного измельчения в размольном процессе в вальцовых станках, энтолейторах или деташерах — позволяет поддерживать извлечение муки на высоком уровне (до 60...65%) и способствует стабилизации балансовых нагрузок на все системы размольного процесса;

подача основных потоков муки на контроль двумя самостоятельными пневмотранспортерами нагнетающего действия — позволяет обеспечить стабильность их работы при изменении массовых соотношений этих потоков и не оказывает влияния на эффективность работы всасывающих пневмоустановок;

применение автоматической регистрации выходов муки по по-

токам прибором РВИ-109, который учитывает подачу зерна на I драную систему и массовый выход муки по потокам — обеспечивает высокую оперативность информации об эффективности всего технологического процесса;

использование контроля белизны потоков муки после контрольных рассевов на приборе РЗ-БЦП — обеспечивает систематический контроль качества вырабатываемой муки, что способствует повышению эффективности управления технологическим процессом.

Нормами технологического проектирования предусмотрено устанавливать новые средства автоматического контроля и регулирования технологического процесса, учета расхода сырья и готовой продукции, контроля работы аспирационных сетей и пневмотранспортных установок:

расходомеры с суммирующим устройством или весы для контроля производительности зерноочистительного и размольного отделений, учета потоков муки и отрубей;

автоматические влагомеры зерна в потоке на всех операциях его увлажнения с регистрацией показаний;

приборы для дистанционного измерения белизны муки в потоке;

приборы для измерения запыленности и регулирования расхода воздуха в сетях пневмотранспорта и аспирации;

устройства для автоматического управления формирования сортов муки по белизне;

устройства для автоматической стабилизации потока зерна на I драную систему;

устройства для автоматического управления расходом зерна из силосов и др.

Автоматизированная система дистанционного управления. На мукомольном заводе применяют автоматизированную систему дистанционного управления (ДАУ) либо ручное управление. Последнее используют в основном для настройки режимов отдельных систем, формирования потоков муки, устранения отдельных нарушений в ходе технологического процесса. Основной объем управления по таким элементам, как маршрутный пуск и остановка электродвигателей технологического, транспортного и аспирационного оборудования, управление исполнительными механизмами выпуска зерна из бункеров, оперативный контроль за работой оборудования, информация о подаче зерна в размольное отделение, информация о выходах и качестве муки по белизне, осуществляется системой ДАУ.

Для дистанционного автоматизированного управления технологическими процессами мукомольного завода предназначен диспетчерский пульт управления. Его оборудуют в специальном помещении между зерноочистительным и размольным отделениями. Помещение пульта должно быть изолированным с несгораемыми ограждающими конструкциями. В этом же помещении следует размещать щиты и

пульта средств автоматического контроля и регулирования систем технологического процесса, указанные выше.

В проекте типового мукомольного завода мощностью 500 т/сут, разработанного с использованием комплектного оборудования, диспетчерский пульт состоит из трех пультов управления. С пульта № 1 осуществляют управление зерноочистительным и размольным отделениями секции А, с пульта № 2 — аналогичными отделениями секции Б, с пульта № 3 — процессами обработки отходов зерноочистительных отделений обеих секций, транспортирования муки и заполнения ею силосов бестарного хранения. Управление отделением бестарного хранения муки, установками для формирования муки по сортам, отделением тарного выбоя и отпусковыми устройствами осуществляется с диспетчерского пульта управления № 4, расположенного в помещении бестарного отпуска муки на автомобильный транспорт.

На фасадах пультов нанесены мнемонические схемы соответствующих технологических процессов. В них с подсветкой встроены амперметры тока загрузки основных электродвигателей, манометры рабочего давления воздуха для пневматического привода, а также различные лампы, сигнализирующие о работе электродвигателей, положении задвижек, перекидных клапанов, распределителей муки, о нормальном и аварийном уровне продуктов в бункерах, о подпоре продукта в надвесовых бункерах, о подпоре продукта в надвесных бункерах и бункерах над шлюзовыми питателями. Нормальные состояния указанных процессов сигнализируются горением ламп ровным светом, а аварийные состояния — горением ламп мигающим светом.

В зерноочистительном отделении и отделении готовой продукции предусмотрена маршрутная (для группы технологических машин) блокировка всех электродвигателей между собой, а в некоторых случаях и с датчиками уровня продукта, воды, давления рабочего воздуха пневматического привода, датчиками давления в пневмотранспортных системах и др. В размольном отделении заблокированы только электродвигатели пневмотранспортных и аспирационных установок.

Маршруты группируют по отдельным этапам технологического процесса и разрабатывают для них схемы блокировок, в которых указывают направления и порядок пуска и направления блокировок электродвигателей. Схемы блокировок предусматривают также деблокированный режим, позволяющий выводить часть технологических машин на ручное управление.

Перечисленные блокировки схематично построены на контактах промежуточных реле и реле времени, установленных в основном в пультах управления и частично в отдельных контакторных шкафах. Все реле снабжены штепсельными разъемами, что обеспечивает их быструю заменяемость при выходе из строя, высокую ремонтоспособность и надежность пультов управления. Цепи, которые имеют связь с контакторными шкафами, также выведены на штепсельные разъемы, а цепи, связанные с аппаратурой в цехах, выведены на

клеммные ряды. Для подключения пультов к контакторным шкафам предусмотрены кабели, на одном конце которых должны быть смонтированы ответные штепсельные разъемы.

Схемы световой сигнализации построены на трех, а в некоторых случаях на четырех шинах:

постоянного питания для контроля работоспособности ламп;

постоянного питания для сигнализации нормальной работы оборудования;

импульсного питания большой частоты для аварийной сигнализации мигающим светом;

импульсного питания малой частоты для сигнализации мигающим светом о набранном маршруте включения электродвигателей (после исполнения команды «Пуск» данного маршрута лампы горят ровным светом).

В качестве пусковой аппаратуры применены магнитные пускатели типа ПМЛ с тепловыми реле типа РТЛ, помещенные в контакторные шкафы и позволяющие реализовать схему сигнализации о работе каждого электродвигателя, предусмотренную проектом. Тепловые реле указанного типа снабжены одним замыкающим и одним размыкающим контактами. Размыкающий контакт теплового реле включен в цепь управления катушками магнитного пускателя и отключает ее, а замыкающий контакт подключает сигнальную лампу к шине импульсного питания большой частоты при остановке электродвигателя от перегрузки.

В системе ДАУ широко используют электронные датчики уровня с тросовыми, стержневыми и плоскими чувствительными элементами. Датчики с тросовыми элементами устанавливают в бункерах зерноочистительного отделения и некоторых бункерах отделения бестарного хранения муки. Датчики со стержневыми и плоскими чувствительными элементами размещают только в трубах самотечного транспорта или на стенах отдельных металлических бункеров, расположенных до или после технологических машин. Для отпусковых устройств и вальцовых станков разработаны специальные датчики уровня, которые встроены в них.

Исполнительные механизмы машин и устройств работают на сжатом воздухе, подачу которого обеспечивает компрессорная станция при давлении 0,8 МПа и расходе 5,0 м³/мин. В компрессорной станции необходимо устанавливать два компрессора, из которых один является рабочим, а другой — резервным.

Для обратной продувки рукавов фильтров типа РЦИ сжатый воздух подают от отдельной воздуходувной машины с давлением 0,05 МПа. Если воздуходувная машина обслуживает несколько фильтров, то устанавливают накопительный ресивер.

Для оперативного управления производственными процессами предусмотрены следующие виды связи и сигнализации:

телефонная территориальная и местная, включенная в телефонную станцию объекта;

электрочасификация, предусматривающая установку вторичных электрочасов в производственных, подсобных и бытовых помещениях, которые подключаются к первичным электрочасам объекта;

автоматическая пожарная сигнализация с установкой извещателей ДТЛ и ручных пожарных извещателей, в производственных взрывоопасных помещениях категории В-IIа устанавливаются извещатели ДТЛ с искробезопасными устройствами ИУС-1;

производственная громкоговорящая связь с громкоговорителями в пылезащищенном исполнении, обеспечивающая оперативное управление технологическими и другими производственными процессами;

радиофикация, обеспечивающая передачу информации от территориальной радиотрансляционной сети.

Анализ эксплуатационных и технико-экономических особенностей применяемых систем ДАУ на мукомольных заводах позволил установить ряд факторов, положительно влияющих на их эффективность:

сокращается время на пуск и остановку оборудования мукомольного завода, что вызывает сокращение холостых пробегов оборудования, экономию электроэнергии и рост выработки муки;

повышается стабильность всего технологического процесса в результате строгой равномерности включения и выключения соответствующего оборудования при его пуске и остановке, что вызывает равномерное распределение продукта по всем транспортным механизмам и оборудованию;

облегчается труд обслуживающего персонала и повышается его оперативность по управлению технологическими процессами, поскольку работа основного технологического оборудования и оперативный контроль по выходу и качеству муки находятся постоянно в поле зрения оператора пульта.

Расчеты экономической эффективности систем ДАУ указывают на возможность их применения как на вновь строящихся мукомольных заводах, так и при техническом перевооружении действующих, эффективность систем ДАУ на крупных предприятиях несколько выше, чем на предприятиях небольшой мощности (до 200 т/сут).

Автоматизированная система управления размещением зерна по силосам элеватора. Разработана ВНИО «Пищепромавтоматика», позволяет оптимизировать размещение каждой очередной партии зерна, поступившей на мукомольный завод с учетом ее качества. Критерий оптимальности предусматривает следующие принципы размещения: выбор силосов с зерном, качество которого близко к качеству поступившей партии зерна, не допускается смешивание зерна нормального качества с зерном пониженного качества; обеспечивается выполнение всех принятых ограничений; свободные от зерна силосы выбирают только в случаях, когда из-за принятых ограничений нельзя разместить зерно в частично занятых силосах.

Решение задачи по выбору силоса № NS_k с зерном, качество которого близко к качеству поступившей партии, формулируется в следующем виде:

$$\min\{F(NS_k) | NS_k \in \{NS_{in}\} \cap P\}.$$

Целевая функция этой задачи

$$F(NS_k) = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n a_i |A_i(NS_{in}) - A(NS_k)|}{\sigma_i},$$

где n — число показателей качества хранящегося и размещаемого зерна; a_i — коэффициент, характеризующий степень значимости i -го показателя качества зерна; A_i — i -тый показатель качества; $\{NS_{in}\}$ — множество партий поступающего зерна; σ_i — среднее квадратическое отклонение i -го показателя качества; P — множество номеров силосов, отведенных для размещения зерна.

Задачу решают на мини-ЭВМ, находящейся непосредственно на пульте управления элеватором. Решение печатается, указываются дата, время, рекомендуемый номер силоса, масса зерна, которое можно загрузить в данный силос, и набор показателей качества зерна в силосе с учетом размещения новой партии. Если задача не имеет решения, то указываются причины этого.

Автоматизированная система управления составлением помольных партий зерна. Была разработана в различных модификациях. Одна из них, разработанная ВНПО «Пищепроматоматика» совместно с ОТИПП имени М. В. Ломоносова, предусматривает совмещение задачи по составлению помольной партии зерна с расчетом выходов муки. Для составления программы решения задачи о многокомпонентной смеси зерна на ЭВМ были разработаны технологические предпосылки и ограничения при формализации задачи. Их сущность состоит в следующем:

зерновую смесь составляют по восьми показателям качества: стекловидности, зольности, выходу клейковины, объемной массе, влажности, сорной и зерновой примесям, выравненности, комплексно характеризующим смесительную ценность исходных компонентов зерна, используемых при расчете выходов и подчиняющихся правилу смешивания;

в ЭВМ вводят информацию о массе и качестве по указанным восьми показателям каждой партии зерна, хранящегося на элеваторе;

ЭВМ производит условное смешивание всех партий и выдает расчет выходов муки со средневзвешенными показателями, который информирует технолога о средневзвешенном качестве имеющегося на предприятии зерна;

зная средневзвешенное качество хранящегося на предприятии зерна, технолог определяет задание на составление помольной партии, в котором указывает: массу составляемой помольной партии, качество помольной партии по некоторым из указанных показателей (выход клейковины, стекловидность, зольность), вводит ограничения

по количеству компонентов в смеси и их объему и другие ограничения.

Формализация задачи по составлению помольной партии зерна произведена методами линейного программирования. Критерием эффективности смешивания зерна была принята минимизация расхода зерна на заданный выход готовой продукции, т. е. запрограммировано стремление к использованию лучшего по качеству зерна для выполнения заданных показателей по массе помольной партии и выходу муки из нее.

Минимизирующая функция этой задачи

$$\min F(X) = \min \sum_{k=1}^n X_k,$$

где X_k — расход зерна из k -го силоса элеватора; n — число силосов, выбранных для формирования помольной смеси.

В результате решения задачи ЭВМ выдает сведения о выбранных силосах и количестве зерна в каждом из них для составления смеси, определяет средневзвешенное качество смеси по указанным восьми показателям и производит расчет выходов муки из составленной смеси.

Автоматическая система управления процессом крупобразования. Она разработана во ВНПО «Зернопродукт» и обеспечивает в автоматическом режиме стабилизацию извлечений промежуточных продуктов в вальцовых станках крупобразующих систем.

Функциональная схема комплекса стабилизирующих систем процесса крупобразования показана на рисунке XI-1 и предусматривает стабилизацию извлечения на I, II и III драных системах, а также стабилизацию выхода сходовых фракций с этих систем. Информацию об извлечении промежуточных продуктов получают по показаниям расходомеров P , которые установлены на различных потоках зерновых продуктов. В качестве вспомогательных средств использованы разномножители PC и сумматоры CC сигналов. Из рисунка XI-1 видно, что отношение $I - (P_4 + P_5)$ к значению P_2 дает величину, пропорциональную извлечению на II драной крупной системе. Аналогично и на других системах.

Системы автоматической стабилизации САС по каждой крупобразующей системе могут работать независимо и поддерживать параметры, заданные технологом, а также в общей системе стабилизации режимов отдельных этапов либо всего технологического процесса производства муки. В последнем случае настройку САС извлечения промежуточных продуктов можно обеспечить в автоматическом режиме или вручную, используя ЭВМ.

Автоматическая система управления процессом формирования муки по сортам. Разработана во ВНПО «Зернопродукт» и предусматривает оптимизацию распределения исходных потоков муки с технологических систем по сортам и автоматическую стабилизацию качества отдельного сформированного сорта муки. Информацию о

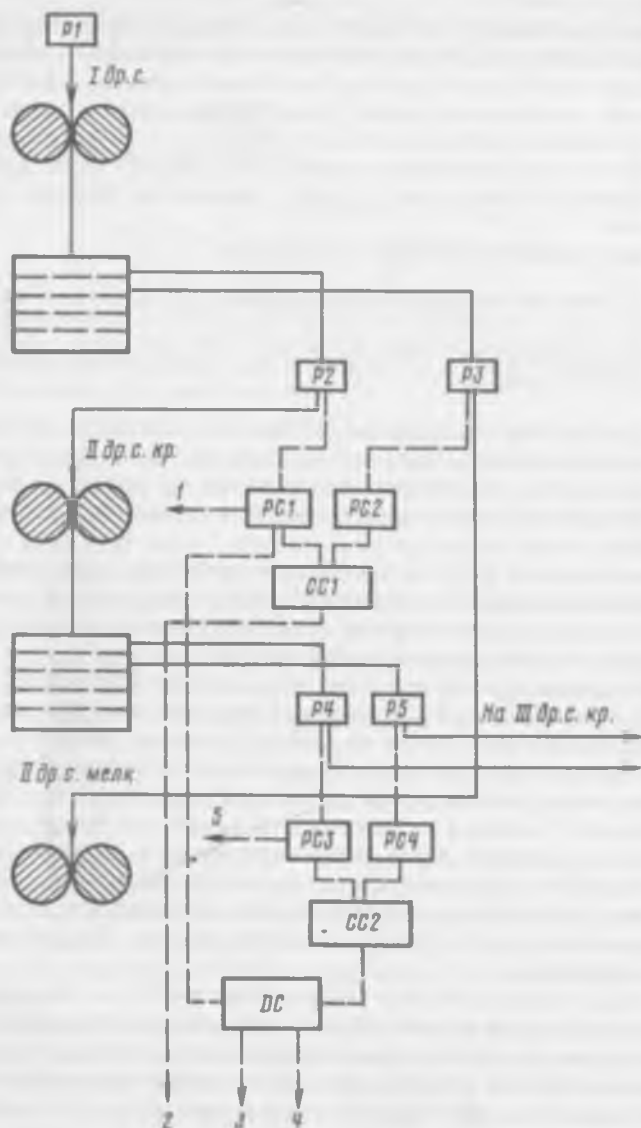
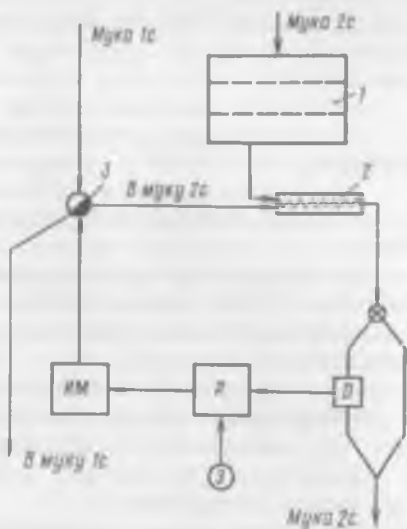


Рис. XI-1. Функциональная схема комплекса стабилизирующих систем процесса крупнообразования:

$P1...P5$ — расходомеры; $PC1...PC4$ — размножители сигналов; $CC1$ и $CC2$ — сумматоры сигналов; DC — делитель сигналов; 1 — сигнал в систему стабилизации выхода фракции I др. с.; 2 — на контроль извлечения I др. с.; 3 — в систему стабилизации извлечения II др. с.; 4 — на контроль извлечения II др. с.; 5 — в систему стабилизации выходов фракций I др. с.

рис. XI-2. Принципиальная структурная схема автоматической стабилизации белизны муки:

1 — контрольный рассев; 2 — смеситель; 3 — поворотный клапан; Д — датчик белизны муки; Р — регулятор; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм



качестве отдельных потоков муки получают по ее белизне, определяемой дистанционно. Принципиальная структурная схема автоматической стабилизации белизны муки показана на рисунке XI-2. Качество муки второго сорта по белизне регулируют двумя независимыми потоками. В качестве регулируемого потока можно взять готовый сорт или отдельный исходный поток, качество которого по белизне лучше по сравнению с регулируемым сортом. При этом регулирующее воздействие в контуре муки второго сорта не вызовет возмущений в контуре регулирования муки первого сорта.

Критерием оптимизации данной системы принята максимальная стоимость ($F_{ст}$) всей продукции, т. е. заложено стремление к повышению выхода муки высоких сортов при заданном их качестве

$$F_{ст} = K_{вс} \sum_1^n X_{1вс} + K_{1с} \sum_1^n X_{11с} + K_{2с} \sum_1^n X_{12с},$$

где $K_{вс}$ $K_{1с}$ $K_{2с}$ — стоимостные коэффициенты муки высшего, первого и второго сортов; $X_{вс}$ $X_{1с}$ $X_{2с}$ — исходные потоки муки с технологических систем (1...n), направляемые в высший, первый и второй сорта.

Решая эту линейную модель, необходимо определить такое соотношение исходных потоков в сформированных сортах муки, чтобы значение функции $F_{ст}$ было максимальным. Эту задачу можно решать не только с использованием показателя белизны, но и других показателей качества муки, определяемых в оперативном порядке. В каждом конкретном случае решения этой задачи необходимо вводить соответствующие ограничения по использованию отдельных исходных потоков муки их количеству и качеству, а также по количеству и качеству сформированных сортов.

§ 2. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ НА КРУПЯНЫХ ЗАВОДАХ

В соответствии с нормами технологического проектирования крупяных заводов ВНТП-04—86 на крупяных заводах для повышения производительности труда и технического уровня эксплуатации, а так-

же улучшения условий труда следует использовать дистанционное автоматизированное управление и контроль за работой машин и механизмов.

В проектах крупных заводов следует предусматривать:

дистанционный централизованный пуск электродвигателей оборудования;

предупредительную и контрольную сигнализацию о пуске, работе и остановке технологического, транспортного и другого оборудования;

автоблокировку электродвигателей по группам машин с таким расчетом, чтобы последовательность пуска и остановки их, а также аварийная остановка одной из машин групп исключали возможность завалов и подпоров;

местное управление электроприводом каждой машины;

дистанционное управление задвижками и выпускными устройствами под силосами и бункерами, перекидными клапанами и др.; аварийную остановку всех электродвигателей цеха с любого этажа и с пульта управления;

блокировку автоматических весов (количество отвесов), установленных перед замочными чанами в схеме выработки толокна, с машинами или транспортными механизмами, подающими зерно на весы;

контроль за загрузкой шелушильных и шлифовальных машин, плющильных машин, дробильного оборудования, прессов с помощью установки амперметра в цепях электродвигателей около машин и на пульте управления;

дистанционный централизованный весовой учет сырья, готовой продукции, побочных продуктов, отходов;

контроль за загрузкой подъемно-транспортных механизмов и воздуходушных машин посредством установки амперметров на пульте управления;

блокировку электродвигателей электромагнитных сепараторов с наличием постоянного тока в цепях электромагнитов;

блокировку привода задвижек воздуходушных машин с пусковыми устройствами каждой машины;

дистанционный контроль за верхним и нижним уровнями зерна и крупы в силосах и бункерах;

блокировку электродвигателей аспирационных устройств и аспирируемых машин, предусматривающую автоматическое прекращение поступления продукта и подачу сигнала на пульт управления при остановке работы аспирационных устройств;

автоматическую остановку электродвигателей аспирационных сетей спустя 2 мин после остановки электродвигателей аспирируемых машин;

пуск вентилятора одновременно с пуском оборудования;

блокировку шлюзовых затворов разгрузителей с воздуходушными машинами в пневматических сетях;

контроль за работой шлюзовых затворов и нории посредством реле контроля скорости;

дистанционный контроль поступления воды и температуры подшипников воздухоудельных машин;

световую сигнализацию;

производственную двустороннюю связь и междоцеховую телефонную связь;

электрическую автоматическую пожарную сигнализацию;

часофикацию и радиофикацию производственных помещений.

Пульт дистанционного управления с мнемонической схемой технологического процесса с лампами сигнализации о работе электродвигателей, положении клапанов и задвижек, заполнении и опорожнении силосов следует размещать в изолированном помещении. На пульт дистанционного управления нужно вывести также по одному сигналу о работе агрегатов, управляемых с отдельных пультов, и сигналы о системе автоматической пожарной сигнализации.

§ 3. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ НА КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДАХ

Комбикормовый завод как объект автоматизации можно разделить на следующие самостоятельные участки: приемка сырья, транспортно-технологические маршруты, смесеприготовление (дозирование — смешивание), измельчение, гранулирование комбикормов, ввод жидких компонентов, контроль качества сырья, контроль качества готовой продукции, отпуск комбикормов, организационно-экономическое управление. Уровень автоматизации на этих участках может быть разным: от самого низшего — управления вручную по месту — до высшего — управления с помощью ЭВМ. Выбор рационального уровня зависит от экономической эффективности использования средств автоматизации.

Технико-экономическим критерием автоматизированных систем управления служат увеличение производительности комбикормового завода, снижение себестоимости, повышение качества готовой продукции и производительности труда.

На комбикормовых заводах применяют систему диспетчерского автоматизированного управления (ДАУ). С 1986 г. начато внедрение автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУТП) с помощью электронно-вычислительных машин. ДАУ предусматривает общую пусковую схему для электродвигателей всего комплекса на напряжение 220 В переменного тока и схемы управления индивидуальными маршрутами на напряжение 60 В постоянного тока. Для ДАУ всем комплексом сооружений предусматривают пульты управления ПДУ-2М.

В функции пусковой схемы входят:

подача предупредительной звуковой сигнализации перед пуском маршрутов;

выдача разрешающего импульса на пуск маршрута;

автоматическое включение световой сигнализации на пульте при пуске маршрута и нажатием кнопки по желанию диспетчера;

включение звуковой сигнализации в помещении диспетчера.

Звуковую аварийную сигнализацию отключают кнопкой.

При включении реле маршрута (РМ) замыкаются его контакты в цепях промежуточных реле первого по пуску ЭД (последнего в технологической цепочке данного маршрута) и ЭД сетей аспирации, обслуживающего маршрут. Затем напряжение подается на шину маршрута, включается магнитный пускатель ЭД, загорается на пульте сигнальная лампа о работе этого ЭД и дается разрешение (по блокировке) на пуск последующего ЭД маршрута, который также включается от имеющегося на шине напряжения; далее аналогично пускаются все ЭД выбранного маршрута. После того как снимается напряжение с пусковой шины маршрута, промежуточные реле ЭД запущенного маршрута удерживаются специальной шиной с постоянным (дежурным) напряжением через контакты магнитных пускателей в цепях включения промежуточных реле.

Для остановки любого маршрута с пульта управления необходимо общий переключатель установить в положение этого маршрута, нажать на кнопку, отключить реле маршрута по блокировке всех ЭД останавливаемого маршрута. В период пуска через реле включается световая сигнализация, что дает возможность оператору по лампам сигнализации на пульте наблюдать за порядком пуска выбранного маршрута. За время 50 с, отведенных для пуска, следует также нажать на кнопки или включить тумблеры открытия задвижек. Кнопки открытия задвижек должны удерживаться оператором в течение 8...10 с (до полного открытия задвижек).

Блокировку ЭД технологических машин с аспирационными сетями выполняют следующим образом:

пуск ЭД машин маршрута производится одновременно с пуском ЭД аспирационных сетей;

при остановке ЭД технологических машин маршрута аспирация отключается автоматически спустя 1...2 мин;

при остановке ЭД аспирации автоматически отключаются технологические машины.

В проекте следует предусмотреть следующие виды сигнализации: предупредительную звуковую (непрерывный звонок) на напряжение 220 В переменного тока;

аварийную звуковую (короткие прерывистые звонки) в диспетчерской — напряжение 220 В переменного тока;

световую о работе ЭД на напряжение 60 В постоянного тока. Световая сигнализация о работе ЭД автоматически включается при пуске маршрута.

Контакты промежуточных реле последних по пуску ЭД каждого маршрута через контакты реле маршрута должны подключаться к реле аварии. При остановке любого маршрута включаются реле, которые своими контактами включают источник мигающего света, прерывистый аварийный звонок в помещении диспетчера. Звуковой аварийный сигнал снимается нажатием кнопки на пульте. При переполнении загружаемого продуктом силоса (бункера) на пульте должна загораться соответствующая лампочка и также включаться звуковой аварийный сигнал. Автоматически по блокировке прекращается подача продукта в маршрут, т. е. закрывается соответствующая задвижка или останавливается первая по технологической линии машина. После разгрузки линии от продукта технологический маршрут останавливается.

Наряду с центральными пультами в помещениях комбикормового завода устраивают следующие пульта или посты управления отдельными технологическими узлами или машинами, поставляемыми комплектно с технологическим оборудованием на предприятие:

- пульта ручного управления дозаторами (на этаже);

- пульта управления грануляторами (на этаже);

- пульта управления и шкафы приборов для установок ввода жидких компонентов (на этаже);

- пост для дистанционного управления насосами, подающими жир и мелассу в прессы (на этаже);

- пост управления отпуском готовой продукции (на площадке обслуживания отпуска в вагоны или автомобили).

Кроме этого, следует предусматривать:

- для предотвращения подпора продуктом в цепных конвейерах, в нориях — датчики подпора;

- для контроля обрыва цепи конвейера — конечные выключатели;

- для контроля обрыва ленты норий — датчики ДМ-2;

- для контроля уровня продукта в силосах (бункерах) датчики СУМ-1.

Электрические сети ДАУ комбикормового завода выполняют контрольными кабелями с алюминиевыми жилами, которые прокладываются открыто на кабельных конструкциях и частично проводом в стальных трубах. Кабели прокладывают в основном по трассам силовых сетей.

На комбикормовых заводах должно быть предусмотрено дистанционное измерение температуры шротов. Центральный пульт установки (ЦП-2Г) устанавливают в диспетчерской. От термоподвесок, размещенных в силосах, до местных релейных шкафов цепи измерения прокладывают кабели в стальных трубах, в полу.

АСУП, АСУТП относятся к более высокому уровню автоматизации комбикормовых заводов на базе ЭВМ.

Опыт работы предприятий показал, что применение ЭВМ обеспечивает повышение производительности труда, улучшение качества

комбикормов, увеличение производительности завода до 15 % в результате улучшения внутрисменного планирования производства.

Основные цепи АСУТП:

совершенствование организационно-экономического и технологического управления предприятием, повышение технико-экономических показателей его работы, улучшение условий труда;

эффективное использование транспортно-технологического оборудования и увеличение производства продукции, стабилизация ее качества, увеличение производительности труда, снижение затрат в результате уменьшения той части производственных потерь, которая вызвана несовершенством существующих систем управления отдельными машинами, линиями, технологическим процессом и предприятием в целом;

обеспечение возможности непрерывного исследования факторов, влияющих на качество комбикормов, и дальнейшего перехода к управлению качеством для его повышения;

автоматизированное выполнение организационно-экономических задач по учету, планированию и оперативному управлению производством.

Внедрение автоматизированной системы должно снизить себестоимость выпускаемой продукции при обеспечении надлежащего качества, энергетические затраты при заданной производительности, уменьшить организационного характера простои и работу оборудования вхолостую при обеспечении непрерывности технологического процесса, повысить точность дозирования при заданной производительности линий.

Проектом строительства первого в стране комбикормового завода с управляющей ЭВМ в г. Борисполе предусмотрено выполнение следующих основных функций:

идентификация транспорта при разгрузке;

контроль и управление разгрузкой транспорта, размещением жидких компонентов, подачей сырья в оперативные бункера, выбор силосов для размещения сырья;

контроль и управление очисткой сырья в потоке, взвешиванием сырья в потоке, подачей сырья в склады;

выбор точек их подачи БВД, выбор оперативных силосов;

расчет цикла подачи белково-минеральных компонентов;

контроль и управление подачей белково-минеральных компонентов в оперативные бункера;

контроль количества сырья, подаваемого в оперативные бункера;

выбор наддозаторных бункеров для размещения предварительных смесей;

контроль и управление размещением предварительных смесей;

выбор складов;

выбор наддозаторных бункеров;

расчет цикла подачи компонентов;

контроль и управление перемещением измельченного сырья;
выбор хранилища для размещения рассыпного комбикорма;
контроль и управление размещением рассыпных комбикормов в складах;

контроль и управление размещением рассыпных комбикормов в бункерах над прессами;

выбор хранилища для размещения гранулированных комбикормов;

контроль и управление взвешиванием гранулированных комбикормов в потоке, размещением гранулированных комбикормов, подачей жидких компонентов, загрузкой транспорта при отпуске комбикормов;

учет сырья в складах в оперативных бункерах участка белково-минеральных компонентов; в наддозаторных бункерах; комбикормов в складах.

Кроме перечисленных основных функций, ЭВМ выполняет ряд вспомогательных функций по информации, контролю и измерению. Автоматизированные системы управления на базе ЭВМ, управляющие технологическим процессом и охватывающие процессы от приемки и подготовки сырья до отпуска готовой продукции с одновременным решением организационно-экономических задач, получили название интегрированных АСУ. В этом случае можно получить совокупный эффект, значительно превышающий сумму эффекта от внедрения отдельных систем, действующих разрозненно.

Так, например, АСУТП Бориспольского комбикормового завода можно считать частью интегрированной АСУ. На Раменском комбинате хлебопродуктов также внедрена первая очередь АСУТП комбикормового производства в составе интегрированной АСУ. Назначение этой системы — автоматизированное управление работой оборудования двух линий производства рассыпных комбикормов, в том числе: питателей, транспортно-технологического оборудования, бункеров, смесителей. Основные функции системы разделены на автоматизированные и автоматические. Первые из них выполняются с участием оператора и являются наиболее важными для обеспечения нормального функционирования системы, так как зависят от своевременности и правильности действия оператора. В основном автоматические функции системы выполняют без участия оператора.

Участие оператора, обычно в режиме диалога, предусматривается при вводе следующих данных и при выполнении операции:

регистрации бригады, которая производится вводом кода бригады, работающей в данный отрезок времени;

выдачи задания на выработку партии комбикорма данного рецепта и корректировки задания;

пуска, остановки линии;

запроса на выдачу протокола дозирования;

включения и отключения маршрутов;

изменения постоянных временных констант (например, затраты

времени на транспортирование и измельчение смеси, истечение продукта из смесителя и др.);

запроса на выдачу рапорта о выработке, использовании комбикорма и работе оборудования за смену;

реализации непосредственного (прямого) управления отдельными видами оборудования при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций;

изменения состояния системы в ответ на действия оператора (например, при аварийных ситуациях);

распечатки (на экране дисплея или АЦП) массивов информации о параметрах, характеризующих работу линии.

Автоматические функции системы включают:

контроль датчиков состояния оборудования;

включение, отключение, аварийное отключение оборудования;

измерение массы дозируемого продукта;

выработку временных интервалов;

накопление информации о процессе на устройствах внешней памяти;

представление информации оператору о работе системы и технологического оборудования;

учет фактического расхода сырья по каждому компоненту; времени работы, простоя, аварийного простоя, количество переключений и отказов оборудования;

контроль выполнения задания по выработке рецепта;

производство вычислений, связанных с выполнением учетных и контрольных операций;

выборка рецептов из библиотеки (памяти ЭВМ);

уточнение распределения компонентов;

определение режима навесок в зависимости от грузоподъемности смесителя.

Указанные функции позволяют значительно повысить эффективность производственного процесса подготовки сырья и выпуска комбикормов, сократить простой. Так, в зависимости от объема выпуска комбикормов разных рецептов ЭВМ под контролем диспетчера вырабатывает маршрут, включает конвейеры, открывает задвижки для загрузки силосов, по данным многокомпонентных дозаторов изменяет подачу компонентов комбикормов.

Вопросы для самоконтроля. 1. Каковы основные мероприятия по стабилизации технологических процессов зерноперерабатывающих предприятий? 2. Какие средства автоматического контроля и регулирования технологических процессов, учета расхода сырья и готовой продукции на зерноперерабатывающих предприятиях Вы знаете? 3. Расскажите об особенностях проектирования систем ДАУ на мукомольных заводах. 4. Что представляют собой автоматизированные системы управления технологическими процессами на зерноперерабатывающих предприятиях (АСУТП)? 5. Каковы особенности проектирования систем управления и автоматизации на крупных заводах? 6. Какие особенности проектирования систем управления и автоматизации на комбикормовых заводах Вы можете назвать?

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Общая схема электроснабжения зерноперерабатывающих предприятий включает трансформаторную подстанцию, кабельные линии передачи энергии, приемно-распределительное и контрольно-измерительное электротехническое оборудование (щитовые пульты управления, контакторные шкафы, кнопочные выключатели, контрольно-измерительные приборы и др.), оборудование электропривода, электроосветительные устройства и другие токоприемники. Общую схему электроснабжения предприятия и составляющих ее элементов проектируют после разработки технологической части проекта. В соответствии со СНиП 2.10.05—85 устройства электроустановок зерноперерабатывающих предприятий и их отдельных цехов относят в основном ко второй категории.

Электрические установки зданий и сооружений следует проектировать с учетом условий окружающей среды и классификации помещений и электроустановок по взрыво-пожароопасности и опасности поражения людей электрическим током в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок и норм технологического проектирования зерноперерабатывающих предприятий.

Проектирование электротехнической части проекта необходимо проводить поэтапно: вначале подбирают соответствующие данным условиям работы токоприемники (электропривод, осветительные установки и др.) и определяют их мощность, а затем подбирают приемно-распределительные и контрольно-измерительные приборы и распределяют их по щитовым помещениям, рассчитывают кабельные линии, определяют суммарную потребную мощность предприятия, подбирают трансформаторы и соответствующее им помещение трансформаторной подстанции.

Щиты распределительных электроустройств следует помещать в изолированных помещениях (ЩП), по возможности ближе к токоприемникам, а по этажам — по вертикали. ЩП следует устанавливать также вблизи пультов управления. Размещение ЩП над и под помещениями категории Б не допускается. Для учета расхода электроэнергии зерноочистительного, размольного и выбойного отделений мукомольных и крупяных заводов, а также отделений готовой продукции следует предусматривать счетчики на отходящих фидерах трансформаторной подстанции.

Выбор типа и мощности электродвигателя. При выборе электродвигателя учитывают состояние среды помещений отдельных цехов, производительность оборудования. Выбор электродвигателей имеет важное технико-экономическое значение, так как электродвигатель с заниженной мощностью быстро выходит из строя вследствие его перегрузки, а электродвигатель с завышенной мощностью увеличивает первоначальные затраты, снижает КПД и коэффициент мощности.

Электродвигатель должен обеспечивать заданный технологический режим оборудования, не перегреваться сверх допустимых норм, допускать кратковременные перегрузки и обладать необходимым пусковым моментом. Допустимый нагрев электродвигателей определяется теплостойкостью применяемых изоляционных материалов, которые подразделяют на семь классов. В зерноперерабатывающей промышленности применяют электродвигатели класса А (допустимая температура нагрева 105 °С) и В (допустимая температура нагрева 130 °С).

Наибольшее распространение на зерноперерабатывающих предприятиях получили трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором единых серий в закрытом исполнении. Учитывая непрерывный характер работы предприятий в течение длительного времени, электродвигатели работают в основном в продолжительном номинальном режиме с постоянной, мало изменяющейся нагрузкой. В этих случаях изменение мощности электропривода во времени не превышает $\pm 10\%$ от среднего значения $P_{\text{ср}}$. Номинальную мощность электродвигателя выбирают из условия

$$P_n \geq P_{\text{ср}}.$$

При этом увеличение P_n по отношению к $P_{\text{ср}}$ должно быть минимальным из возможных (по каталогу электродвигателей необходимой серии).

При выборе электродвигателей следует учитывать их исполнение (горизонтальное или вертикальное расположение вала), а также частоту вращения ротора. При гибкой передаче вращения от электродвигателя к машине передаточное отношение не должно превышать 1 : 5. При этом следует учитывать, что с уменьшением частоты вращения ротора электродвигателя с 3000 до 750 мин⁻¹ при неизменной мощности существенно увеличиваются его масса, габариты и стоимость, а также стоимость монтажных работ. Если передаточное отношение больше указанного, то целесообразно использовать для передачи вращения редуктор (для привода винтовых конвейеров, шлюзовых затворов и др.). Применение редукторов позволяет создавать компактные приводы машин и оборудования, а также встроенные в машину приводы.

Выбор и расчет электрического освещения. Электрическое освещение производственных помещений должно обеспечивать достаточную по величине и равномерности освещенность рабочих поверхностей и проходов между машинами. Светильники должны отвечать светотехническим требованиям и учитывать состояние среды в помещениях (влажность, запыленность, пожаро-взрывоопасность и др.). Необходимо предусматривать удобные условия для обслуживания светильников.

Различают следующие системы искусственного освещения: общая с равномерным или локализованным размещением светильников и комбинированная, при которой предусматривают как общее освещение помещения, так и местное освещение рабочих мест (мастерские, лаборатории и др.). Освещение подразделяют также на рабочее, аварийное и ремонтное.

По степени защиты от воздействия окружающей среды, проникания пыли, газов, влаги светильники подразделяют на открытые, защищенные, влагозащищенные, пыленепроницаемые и взрывозащищенные. Нормы освещенности помещений и рабочих мест на зерноперерабатывающих предприятиях устанавливают в соответствии со СНиП 2.10.05—85.

Электрическое освещение для производственных и других помещений рассчитывают с учетом назначения и площади этих помещений, норм освещенности, систем освещения и типов светильников. Проектируют расположение светильников так, чтобы обеспечивалась высокая равномерность освещенности. Для этого общую площадь помещения разделяют на ряд элементарных площадок и в зависимости от планировки помещения выбирают точки установки светильников, ориентируясь на равномерную освещенность каждой площадки.

Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью зависит от площади и высоты помещений, расположения технологического оборудования, высоты расположения освещаемой поверхности. Для зерноперерабатывающих предприятий, учитывая высоту их этажей 4...6 м, минимальная высота подвеса светильников от пола должна быть 3...5 м, она зависит от мощности применяемых светильников.

После размещения светильников на плане помещения и установления высоты их подвеса приступают к определению мощности светильников. Существует несколько способов определения мощности светильников, но наиболее простой из них — расчет по удельной мощности, которая представляет собой мощность в ваттах, отнесенную к 1 м² пола помещения, при заданной величине освещенности рабочей поверхности в люксах.

Зная удельную мощность светильников и площадь помещения, можно определить мощность светильников (Вт/м²) в данном *i*-ом помещении

$$P_{ci} = F_i P_i,$$

где F_i — площадь i -го помещения; P_i — удельная мощность светильников i -го помещения.

При проектировании искусственного освещения зданий и сооружений зерноперерабатывающих предприятий следует учитывать разряды зрительных работ и нормы освещенности помещений в соответствии с данными таблицы XII-1.

XII-1. Разряды зрительных работ и нормы освещенности помещений

Помещения	Разряд зрительной работы	Освещенность, Лк, при лампах	
		накаливания	газоразрядных
<i>Мукомольные и крупяные заводы</i>			
Выбойные отделения:	VI	50	100
помещения расфасовочных автоматов в мелкую тару	Va	150	200
Остальные помещения размольных, шелушильных и зерноочистительных отделений	VI	100	150
Корпуса готовой продукции	VIIIб	20	50
<i>Комбикормовые заводы</i>			
Этажи головок весов многокомпонентных дозаторов	Va	100	200
Остальные этажи производственных корпусов	VIIIa	30	75
Корпуса сырья и готовой продукции	VIIIб	20	50

Примечания: 1. Поверхность, для которой нормируется освещенность в производственных помещениях, 0,8 м от уровня пола. 2. Коэффициент запаса K , принимают при лампах накаливания для производственных помещений 1,3; при газоразрядных лампах — соответственно 2,0 и 1,5.

Определение расчетной суммарной мощности электроприемников предприятия. Для правильного выбора всех элементов системы электроснабжения предприятия необходимо определить расчетную мощность на всех ее участках и суммарную, которая характеризует максимальную нагрузку в течение 30 мин.

При разработке проекта расчетная электрическая мощность отдельного цеха или всего предприятия может быть определена ориентировочно по паспортам аналогичных предприятий или по формуле

$$P_p = W_0 A / T_n$$

где W_0 — нормируемый удельный расход электроэнергии, кВт · ч/ед. продукции; A — производительность цеха или предприятия за год, ед. продукции; T_n — число часов использования максимальной мощности в год.

Удельный расход электроэнергии нормируется по типам предприятий, видам помола, зависит от технологических свойств перера-

батываемого сырья, внутрицехового транспорта и других факторов. Так, для мукомольных заводов сортового помола пшеницы при механическом внутрицеховом транспорте удельный расход электроэнергии принимают 60...75 кВт·ч/т муки, а при пневматическом транспорте — 100...150 кВт·ч/т. При обойных помолах пшеницы и ржи — 22...22 кВт·ч/т муки, для крупяных заводов в зависимости от перерабатываемой культуры — 60...120 кВт·ч/т крупы.

Число часов использования максимальной мощности электроприемников зависит от рабочего периода предприятия и для зерноперерабатывающих предприятий, работающих непрерывно в течение суток, принимают 7,0...7,5 тыс. ч/год.

Суммарную расчетную мощность отдельных цехов или всего предприятия можно получить при использовании установленной мощности силовых электроприемников и коэффициента спроса.

Установленная мощность электродвигателя служит его номинальной мощностью P_n , которую он развивает при номинальном напряжении. При этом потребляемую из сети, или присоединенную, мощность можно найти по формуле

$$P_{пр} = P_n + \Delta P = \frac{P_n}{\eta_n},$$

где ΔP — номинальные потери в электродвигателе; η_n — номинальный КПД электродвигателя.

Полную расчетную мощность электродвигателя рассчитывают следующим образом:

$$P_r = \frac{P_{пр}}{\cos \varphi_n} = \frac{P_n}{\eta_n \cos \varphi_n},$$

где $\cos \varphi_n$ — номинальный коэффициент мощности электродвигателя.

Величины P_n , η_n , $\cos \varphi_n$ приведены в каталогах и паспортах электродвигателей.

Расчетную мощность группы электроприемников нельзя определять простым сложением их расчетных мощностей, так как полученная величина будет превышать мощность, действительно потребляемую из сети, из-за неодновременности работы отдельных электроприемников. Поэтому расчетную мощность группы электроприемников, работающих с близкими значениями $\cos \varphi$, рассчитывают с учетом коэффициента одновременности K_o и коэффициента мощности β .

Коэффициент одновременности зависит от продолжительности простоев отдельных производственных машин и механизмов при одновременной работе других в соответствии с требованиями технологического процесса. Для мукомольных и крупяных заводов K_o близок к единице.

Коэффициент мощности определяет степень использования электродвигателей по мощности, он меньше единицы, так как при подборе электродвигателя по каталогу всегда приходится выбирать электродвигатель, мощность которого несколько выше расчетной.

Коэффициент мощности должен быть не ниже $\beta = 0,7...0,8$, так как это вызовет снижение $\cos \varphi$.

Коэффициент K_n — это коэффициент использования присоединенной мощности

$$K_n = K_o \beta.$$

Величину максимальной мощности, создаваемой группой однотипных электроприемников с присоединенной мощностью $P_{пр}$, находят из выражения

$$P_{max} = K_n P_{пр}.$$

Присоединенную мощность группы токоприемников определяют из выражения

$$P_{пр} = \sum_{i=1}^n P_{и} / \eta_i,$$

где η_i , $P_{и}$ — сумма номинальных мощностей данной группы электродвигателей; η_i — усредненный КПД электродвигателей этой же группы.

Расчетная величина мощности P_p , создаваемая группой электроприемников и отнесенная к шинам вторичного напряжения трансформаторной подстанции, может быть определена по формуле

$$P_p = \frac{P_{max}}{\eta_c} = \frac{K_n P_{пр}}{\eta_c} = \frac{K_o \beta \sum_{i=1}^n P_{и}}{\eta_c \eta_i},$$

где $\eta_c = 0,92...0,97$ — КПД сети, проложенной от подстанции к данной группе электроприемников, учитывающий потери в проводах.

Выражение $K_o \beta / \eta_c \eta_i = K_c$ называют коэффициентом спроса по активной мощности для группы однотипных токоприемников, работающих с близкими значениями коэффициента мощности.

Окончательное выражение активной расчетной мощности для i -ой группы токоприемников на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции можно записать так:

$$P_{pi} = K_c \sum_{i=1}^n P_{и}.$$

Коэффициент спроса учитывает влияние коэффициентов одновременности работы и нагрузки электроприемников, их КПД, а также потери в сетях передачи электроэнергии от подстанции к местам ее потребления (табл. XII-2).

Для определения полной мощности i -ой группы электроприемников необходимо получить расчетные значения ее реактивной мощности Q_{pi}

$$Q_{pi} = P_{pi} \operatorname{tg} \varphi_i,$$

где $\operatorname{tg} \varphi_i$ — коэффициент реактивной мощности i -ой группы электроприемников.

ХП-2. Коэффициенты спроса, мощности и годовое число часов использования максимума электрических силовых нагрузок

Предприятия, здания, помещения и оборудование	Коэффициенты		Годовое число использования максимальной электрической нагрузки
	спроса	мощности	
Предприятия по производству:			
муки:			
сортового помола	0,7...0,75	0,8	7200
обойного »	0,75...0,8	0,8	7200
крупы	0,65...0,7	0,8	7200
комбикормов	0,55...0,65	0,8	7200
Цехи отходов	0,4...0,5	0,75	3000
Склады готовой продукции	0,4...0,5	0,75	5000
Зарядные станции	0,7...0,75	0,8	3000...3500
Элеваторы	0,45...0,75	0,75	5000
Вентиляция сантехническая	0,7	0,8	4000...5000
Воздушные компрессорные станции	0,7...0,8	0,8	6000
Ремонтно-механические мастерские	0,25	0,75	3000
Склады механизированные	0,4...0,5	0,75	2000
Котельные и насосные (кроме пожарных)	0,5...0,6	0,75	2000

Примечание. Коэффициенты спроса приведены для расчетов потребной мощности на шинах напряжением 0,4 кВ трансформаторных подстанций.

Тогда полную расчетную мощность всех токоприемников предприятия цеха на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции S_p определяют по формуле

$$S_p = \sqrt{\left(\sum P_{pi}\right)^2 + \left(\sum Q_{pi}\right)^2},$$

а коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_{pi}}{S_p}.$$

Фактическую величину полной мощности можно снизить компенсацией реактивной мощности при установке статических конденсаторов. Для осветительной нагрузки выражение для коэффициента спроса имеет вид

$$K'_c = K_0 / \eta_c.$$

Тогда величина расчетной осветительной мощности на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции $P_{p\text{осв}}$ определяется выражением

$$P_{p\text{осв}} = K'_c P_{\text{осв}},$$

где $P_{\text{осв}}$ — суммарная мощность светильников предприятия (цеха).

После определения полной расчетной мощности на шинах вторичного напряжения вычисляют расчетную мощность S на шинах первичного напряжения трансформаторной подстанции

$$S = K S_p,$$

где K — коэффициент, учитывающий потери в трансформаторе и зависящий от совф электроприемников.

Расчетную мощность на шинах первичного напряжения трансформаторной подстанции используют для выбора трансформаторов, кабелей и аппаратуры управления подстанцией.

Электротехническая часть проекта типового мукомольного завода мощностью 500 т/сут разработана ЦНИИПромзернопроект. Электропитание завода предусматривается от комплектной трансформаторной подстанции (КТП), расположенной на первом этаже зерноочистительного отделения. Трансформаторы подключены самостоятельными фидерами к имеющемуся на предприятии или запроектированному распределительному устройству РУ 10(6) кВ. Расчетная мощность на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции представлена в таблице XII-3.

XII-3. Расчетная мощность на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции

Наименование потребителей	Установленная мощность, кВт	Коэффициент спроса, K_c	совф	$\lg \varphi$	Расчетная мощность на шинах КТП		
					активная, кВт	реактивная, квар	полная, кВ·А

Силовая нагрузка

Отделение:							
зерноочистительное	493	0,7	0,8	0,75	345	259	—
размольное	1511	0,7	0,8	0,75	1058	794	—
гранулирования отрубей	175	0,7	0,8	0,75	123	92,0	—
Транспорт муки из размольного отделения в склад готовой продукции, кондиционирование воздуха, склад муки в таре	443	0,6	0,8	0,75	226	220	—
Склад бестарного хранения и отпуса на железнодорожный и автомобильный транспорт	885	0,5	0,8	0,75	443	343	—
Вальцерезная мастерская	11	0,7	0,8	0,75	8,0	6,0	—
Зарядная станция	61	0,7	0,8	0,75	43	35	—
Итого	3579				2286	1729	

Осветительная нагрузка

Освещение предприятия и отделения готовой продукции	170	0,9	1	—	153	—	—
Заградительные огни	2	1	—	—	2	—	—
Итого	172	—	—	—	155	—	—
Всего	3751	—	—	—	2441	1729	—

Наименование потребителей	Установленная мощность, кВт	Коэффициент спроса, K_c	cos φ	$\tan \varphi$	Расчетная мощность на шинах КТП		
					активная, кВт	реактивная, квар	полная, кВт · А
С учетом статических конденсаторов 0,38 кВ 2 · 450 квар	—	—	0,96	0,3	—	900	—
Итого	3751	—	0,96	0,3	2441	829	2540

По расчетным данным потребная мощность на шинах вторичного напряжения трансформаторной подстанции составляет: активная — 2441 кВт, реактивная — 829 квар, полная 2540 кВт · А при коэффициенте мощности 0,96, достигнутом после компенсации реактивной мощности до значения $\tan \varphi = 0,3$ посредством установки статических конденсаторов. Статические конденсаторы напряжением 380 В, мощностью 900 квар входят в комплект конденсаторного устройства УК-0,38, установленного в помещении КТП.

Используя указанные в таблице XII-3 расчетные данные, выбрана однородная комплектная трансформаторная подстанция 10(6)0,4/0,23 кВ с двумя трансформаторами мощностью по 1600 кВт · А каждый. На этой же стадии проекта определено сечение питающих кабелей, произведен расчет защитных устройств на отдельных участках сети. Напряжение силовой сети принято 380/220 В с глухозаземленной нейтралью.

В проекте предусмотрена установка нового электротехнического оборудования, специально разработанного для мукомольного завода на комплектном оборудовании. Это щитовые пульты для управления технологическим процессом, контакторные шкафы, посты кнопочных выключателей и кнопки местного управления, датчики уровня различной конструкции и др. Использованы электродвигатели в закрытом обдуваемом исполнении с короткозамкнутым ротором единых серий со степенью защиты оболочки в зависимости от категории производственных помещений по взрывопожаробезопасности. Электродвигатели, как правило, поставляют комплектно с технологическим и транспортным оборудованием.

В проекте принят код нумерации электродвигателей. Пусковая и защитная аппаратура — автоматические выключатели и магнитные пускатели имеют номера, одинаковые с номерами электродвигателей. Эти же номера присваивают и постам местного управления.

Около каждого нереверсивного электродвигателя устанавливают посты кнопочных выключателей ПВК 16-15, состоящие из двух

элементов: переключателя управления на три положения («Местное», «Дистанционное» и «Выключено») и аварийного выключателя с ладонным толкателем, окрашенным в красный цвет. Установка переключателя управления в одно из указанных трех положений и возврат аварийного выключателя в исходное положение возможны только с помощью специального ключа, находящегося у руководителя смены или дежурного электрика. Для электродвигателей, работающих в реверсивном режиме, устанавливают трехэлементные посты кнопочных выключателей либо два двухэлементных поста.

Силовая распределительная сеть к электродвигателям выполнена небронированными кабелями с алюминиевыми жилами, прокладываемыми на кабельных металлоконструкциях открыто. В местах возможных механических повреждений проводка выполнена в стальных трубах.

Предусмотрена защита электродвигателей и сети от короткого замыкания и перегрузки соответственно автоматическими выключателями и тепловыми реле магнитных пускателей, которые установлены в контакторных шкафах. Задействовано восемь контакторных шкафов индивидуального назначения, расположенных в изолированных от производственных помещений и защищенных от проникновения пыли специальных щитовых помещениях ПЩ. Предусмотрено три щитовых помещения: ПЩ1 — на втором этаже зерноочистительного отделения, ПЩ2 и ПЩ3 — в отделении отпуска муки на автомобильный транспорт. В ПЩ3 зарезервировано место для установки дополнительных шкафов или устройств, которые могут понадобиться при расширении производства.

Искусственное освещение разработано в соответствии со СНиП и ведомственными нормами Министерства хлебопродуктов СССР. Напряжение сети рабочего и аварийного освещения принято 380/220 В, а сети ремонтного освещения — 24 В переменного тока. Рабочее и аварийное освещение включаются одновременно. При отключении рабочего освещения аварийное обеспечивает минимальную освещенность в основных проходах для эвакуации людей.

Для освещения производственных и вспомогательных помещений предусмотрены в основном светильники с люминесцентными лампами: для помещений класса В-Ia и П-II — светильники со степенью защиты оболочки не ниже IP53, для прочих помещений — в нормальном исполнении. Для ремонтного освещения применены переносные взрывозащищенные светильники, включаемые в сеть штепсельных розеток 24 В.

Управление и защита групповой осветительной сети — автоматическими выключателями, установленными в осветительных щитках. Групповые распределительные сети рабочего и аварийного освещения выполнены небронированным кабелем с ПВХ изоляцией и оболочкой, положенными открыто на кабельных конструкциях и тросах.

Расчетная освещенность, количество и мощность ламп, тип

светильников, высота светильников над полом и способы прокладки электросети указаны на соответствующих чертежах планов этажей. Расчетные данные сети рабочего освещения и аварийного освещения приведены в схеме осветительной сети.

Проектом предусмотрено зануление и защитное заземление всего электрооборудования и средств ДАУ следующими способами:

во взрывоопасных помещениях:

электродвигатели и средства ДАУ зануляются с помощью специальной защитной жилы в силовых и контрольных кабелях;

корпуса светильников с помощью третьего нулевого защитного провода (жилы), присоединенного к нулевому рабочему проводу (жиле) в ближайшей ответвительной коробке;

в пожароопасных помещениях:

электродвигатели и средства ДАУ зануляются с помощью нулевой защитной жилы в силовых и контрольных кабелях;

корпуса светильников присоединением к нулевому рабочему проводу (жиле) осветительной группы;

во всех помещениях:

лотки и металлоконструкции, на которых прокладываются провода и кабели, а также стальные трубы электропроводок должны иметь непрерывную электрическую цепь на всем протяжении и подсоединяться к магистральному контуру заземления с помощью полосовой стали или тросиков;

стальные несущие тросы для прокладки кабелей заземляются (зануляются) с двух сторон с помощью полосовой стали или тросиков и подсоединяются к магистральному контуру заземления;

металлические конструкции для защиты кабелей и проводов, броня и металлическая оболочка кабелей с помощью полосовой стали или тросиков подсоединяются к магистральному контуру заземления.

Внутренний контур заземления необходимо объединить с нулевыми жилами питающих кабелей и наружным контуром заземления трансформаторной подстанции и молниезащиты.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом и удовлетворять условию

$$R = 125/I,$$

где R — наибольшее сопротивление заземления, Ом; I — расчетный ток замыкания на землю, А.

Проектом предусмотрена защита от статического электричества технологического, транспортного и аспирационного оборудования, которое отводится с помощью полосовой стали размером 4×20 мм или стальных тросиков к внутреннему поэтажному контуру заземления.

Продуктопроводы, самотечные трубы и аспирационные сети, выполненные из токопроводящих материалов и имеющие непрерыв-

ную цепь, заземляются (зануляются) через заземленное (зануленное) оборудование.

Нетокопроводящие вставки на аспирационных трубопроводах перед вентиляторами, а также на продуктопроводах и самотечных трубах должны быть обвиты медной проволокой диаметром не менее 4 мм с шагом витка 100...150 мм. Один конец проволоки должен соединяться болтом с заземленной частью машины или трубопровода, а другой — также посредством болта ко второй части трубопровода. На коротких тканевых вставках взамен медной проволоки можно применять стальной тросик заземления.

Проектируемые сооружения зерноперерабатывающих предприятий с отделениями готовой продукции относят ко второй категории по молниезащитным мероприятиям. Предусматривается защита от прямых ударов молнии, заноса высоких потенциалов через подземные и надземные коммуникации и сооружения, а также от вторичных воздействий молнии.

На крышке проектируемых сооружений укладывают молниеприемную сетку, которую с помощью стальных токоотводов присоединяют к наружному объединенному контуру заземления. Импульсное сопротивление устройства заземления молниезащиты должно быть не более 10 Ом. Для защиты от вторичных воздействий молнии наружные контуры заземления молниезащиты и электрооборудования объединяют.

На мукомольном заводе предусмотрено специальное помещение для зарядной станции. Оно отнесено к помещениям с нормальной средой, кроме помещения зарядки аккумуляторных батарей, которое в верхней своей зоне относится к взрывоопасным класса В-1б. Электросиловые приемники по надежности электроснабжения отнесены к III категории. Электроснабжение зарядной станции предусмотрено на напряжение 380/220 В переменного тока.

В распределительном пункте управления зарядной станции ПЩ установлены силовые панели ПЗ134 и ПУ5Б. На панелях смонтирована пускозащитная аппаратура для электродвигателей вентиляторов и установок для зарядки аккумуляторных батарей.

Системы электроснабжения крупных заводов проектируют аналогично. Однако учитывают особенности крупяного производства при переработке зерна различных культур.

Полную потребную мощность всех электроприемников крупяного завода можно определить ориентировочно по укрупненным нормам, рекомендуемым при переработке различного крупяного зерна.

Нормы потребной мощности на 1 т перерабатываемого зерна в сутки приведены ниже.

Культура	Потребная мощность, кВт
Просо	0,7
Гречиха, рис, горох	1,8

Пшеница	4,2
Кукуруза	3,0
Ячмень:	
при переработке в перловую крупу	5,0
при переработке в ячневую крупу	1,7
Овес:	
при переработке в крупу	2,3
при переработке в хлопья	2,9

Указанная потребная мощность относится к крупяным заводам, оснащенным механическим внутрицеховым транспортом. Для заводов с пневматическим внутрицеховым транспортом необходимо применять коэффициент 1,5.

Вопросы для самоконтроля. 1. Каковы этапы проектирования электроустановок зерноперерабатывающих предприятий? 2. Как выбирают тип и мощность электродвигателей? 3. Каковы этапы проектирования электрического освещения производственных помещений? 4. Как определить расчетную суммарную мощность электроприемников зерноперерабатывающего предприятия? 5. Каковы особенности электрооборудования типового мукомольного завода мощностью 500 т/сут?

XIII Глава

ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ К ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Производственный процесс на мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах связан с выделением пыли, образующейся при выгрузке и погрузке сырья и готовой продукции, их переработке, перемещении по транспортирующим механизмам. Пыль, попадая в атмосферу, снижает чистоту воздуха, уменьшает степень его прозрачности, что ведет к снижению прямой солнечной радиации и ультрафиолетового излучения. Она покрывает поверхность растений, затрудняет газообмен с внешней средой. Пыль состоит не только из измельченных частичек самого продукта, но также и частичек почвы, густо обсемененных спорами грибов и бактерий, а возможно и содержащих различные химикаты. Естественно, что при попадании в органы дыхания пыль оказывает вредное влияние на здоровье человека. Наконец, пыль взрывоопасна.

На некоторых предприятиях выбросы вредных веществ в атмосферу составляют значительное количество. Это объясняется недостаточным вниманием эксплуатационного персонала к работе аспира-

ционных и пневмотранспортных установок, отсутствием плановой их наладки. Допускаемое содержание пыли в жилой зоне составляет: среднесуточное — 0,15 мг в 1 м³, разовое — 0,5 мг в 1 м³.

В 1980 г. в СССР принят Закон об охране атмосферного воздуха. Он предусматривает меры охраны атмосферного воздуха, государственный учет вредных воздействий на него, наблюдение и контроль за соблюдением мероприятий по его охране. Закон обязывает все предприятия, деятельность которых связана с выбросами в атмосферу загрязняющих веществ, осуществлять мероприятия как по снижению этих выбросов, так и по повышению эффективности работы оборудования для их очистки и контроля.

Обмен веществ и энергии современного промышленного предприятия с окружающей средой представлен на схеме:



Вопросами развития окружающей среды занимается экология — наука, изучающая условия существования живых средств и взаимоотношения их со средой обитания. На современном этапе развития любое техническое решение должно приниматься не только с учетом технологических и экономических требований, но и в обязательном порядке должно учитывать экологические аспекты.

Согласно методике расчет рассеивания вредных веществ в атмосфере должен выполняться с использованием ЭВМ. В настоящее время разработана программа «Эфир-5», которая является более совершенной модификацией программ УПРЗА, «Эфир-4». Во Временной методике критериями качества воздуха, используемыми при расчетах, служат предельно допустимые концентрации (ПДК, мг/м³) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест. К ним относятся такие концентрации вредных веществ, при которых эти вещества не оказывают прямого или косвенного вредного или неприятного воздействия на живой организм, не снижают прозрачности атмосферы, не уменьшают ультрафиолетовой радиации и не вызывают порчи зеленых насаждений.

Существуют ПДК двух основных видов: максимальные разовые и среднесуточные. Максимальная разовая ПДК имеет временной интервал осреднения 20 мин, т. е. время, необходимое для отбора пробы воздуха. Среднесуточную ПДК рассчитывают как среднюю из разовых, выявленных в течение суток. Она всегда меньше или равна максимальной разовой ПДК. Нормирование вредных выбросов предусмотрено с учетом максимальной разовой ПДК. Для веществ, имеющих только среднесуточные ПДК, допускается применение в расчетах среднесуточной ПДК.

Метод нормирования выбросов вредных веществ заключается в определении предельно допустимых выбросов источниками по результатам расчетов на ЭВМ рассеивания вредных веществ в атмосфере.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) — это научно-технический норматив, устанавливаемый для каждого конкретного источника загрязнения атмосферы, при условии, что выбросы вредных веществ от него и всей совокупности источников на предприятии с учетом фоновой концентрации рассчитываемого вещества, а также перспектив развития предприятия не создадут приземных концентраций, превышающих максимальные разовые ПДК на границе санитарно-защитной зоны, т. е. будет выполнено условие: $C : ПДК = 1$, где C — расчетная концентрация примеси в приземном слое атмосферы на границе санитарно-защитной зоны предприятия.

В том случае, когда на предприятии величины ПДВ по объективным причинам не могут быть достигнуты, намечается поэтапное снижение выбросов с установлением временно согласованных выбросов (ВСВ). При этом, как правило, на начальном этапе достижения ПДВ существующие выбросы предприятия принимают как временно

согласованные. В дальнейшем ВСВ устанавливают на уровне выбросов предприятий с наилучшей достигнутой технологией очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха.

Величины ПДВ и ВСВ устанавливают в тоннах в год для предприятия. Контрольные значения ПДВ и ВСВ устанавливают в граммах в секунду для каждого источника выбросов и каждого вредного вещества отдельно, они не должны быть превышены в любой двадцатиминутный интервал времени.

Приближенное годовое количество вредностей M_r (т/год), выбрасываемое предприятием в атмосферу (валовый выброс), можно определить по формуле

$$M_r = 3,6 \cdot 10^{-3} M T T_1 k,$$

где M — сумма секундных выбросов одного вещества на действующем производстве, г/с; T — годового рабочий период производства, сут.; T_1 — время работы производства в течение суток, ч; k — средний коэффициент одновременности работы источников выбросов на производстве.

Величина k для мукомольного и комбикормового заводов, котельной, мастерских и некоторых других вспомогательных производств равняется единице. Для устройств приемки зерна с различных видов транспорта величина k меньше единицы и является конкретной для каждого предприятия.

При определении ПДВ и ВСВ важное значение имеют размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия. По санитарной классификации предприятия по хранению и переработке зерна относятся к IV классу с размерами СЗЗ 100 м от источника загрязнения атмосферы. Для уменьшения ущерба населению от вредных выбросов рекомендовано организовывать СЗЗ предприятия с учетом розы ветров для данной местности.

Нормирование вредных выбросов на предприятиях по хранению и переработке зерна имеет некоторые особенности. Каждая аспирационная установка является отдельным источником выброса. Число источников выбросов на предприятии зависит от объема перерабатываемой продукции и достигает 100...160 установок. Расположение источников выбросов неодинаково по высоте и находится в пределах 5...55 м. Чем выше источники выбросов, тем лучше картина рассеивания вредностей в атмосфере, но больше зона влияния предприятия на окружающую среду.

§ 2. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

В производственных и вспомогательных помещениях с постоянным или длительным пребыванием людей (более двух человек), а также в помещениях, в которых должна быть положительная температура воздуха, по технологическим условиям в холодный период года предусматривают поддержание необходимой температуры воздуха

системами отопления и используют для обогрева помещения тепло-выделения от оборудования, электродвигателей и т. п.

На предприятиях отапливают зерноочистительные, размольные и выбойные отделения, производственные корпуса, цехи предварительных смесей, служебные и бытовые помещения (лаборатории, бытовки, комнаты и кабинеты, пульта управления, помещения дежурного персонала, комнаты обогрева, мастерские, лестничные клетки и др.).

Температура воздуха и влажность производственных помещений приведены в таблице XIII-1. В нерабочее время поддерживают температуру воздуха в помещениях не менее 5 °С. Такое отопление называют дежурным. Температура воздуха в помещениях пультов управления, лабораторий и в других аналогичных помещениях должна быть 20...22 °С, относительная влажность воздуха 45...30 %.

XIII-1. Нормы влажности и температуры воздуха в производственных помещениях

В холодный и переходный периоды года (температура наружного воздуха ниже +10 °С)			В теплый период года (температура наружного воздуха +10 °С и выше)		
на постоянных рабочих местах					
температура воздуха, °С	относительная влажность воздуха, %	скорость воздуха, м/с	температура воздуха, °С	относительная влажность воздуха, %	скорость воздуха, м/с

Оптимальные нормы

6...8	60	0,3	20...23	60	0,5
-------	----	-----	---------	----	-----

Допустимые нормы

15...20	Не более 75	0,5	Не более чем на 3 °С выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца	При 28 °С не более 55 %; 27 °С не более 60 %; 26 °С не более 65 %; 25 °С не более 70 % и 24 °С и ниже не более 75 %	0,3...0
---------	-------------	-----	--	---	---------

При проектировании отопления учитывают теплотери ограждающих конструкций (стен, перегородок, кровли), возникающие вследствие разности температур в отапливаемом помещении и вне его. За расчетную наружную температуру воздуха принимают среднюю температуру самой холодной пятидневки в данной местности по многолетним наблюдениям. Например, для Москвы расчетная температура —25 °С.

При разработке типовых проектов для расчета используют три температуры -20 , -30 , -40 °С. Для отопления производственных помещений и дежурного отопления применяют нагревательные приборы (радиаторы, конвекторы, отопительные панели) с подачей в них горячей воды с параметрами $110...70$ °С. В помещениях с возможным выделением пыли приборы устанавливают с гладкими поверхностями, чтобы было легко убрать осевшую пыль.

В производственных помещениях проектируют воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией. Под воздушным отоплением понимают подачу горячего воздуха с температурой значительно выше оптимальной $-16...18$ °С (не выше $+45$ °С и не ниже $+5$ °С). Для подогрева наружного воздуха устанавливают приточные камеры или кондиционеры. Лучше использовать кондиционеры. Они автоматически могут поддерживать необходимую температуру и влажность воздуха, и, кроме того, промышленность выпускает их серийно. Приточные камеры изготавливают по заказам.

Количество горячего воздуха, подаваемого на этажи, должно быть несколько больше (на 5 %) того количества воздуха, которое отсасывается аспирацией, пневмотранспортом или вытяжной вентиляцией. Для определения его количества составляют тепловоздушный баланс воздуха по каждому этажу, т. е. указывают, какое количество воздуха отсасывается с этажа и выбрасывается наружу и какое количество теплоты выделяется от оборудования.

Воздушное отопление совмещается с вентиляцией, задача которой — исключить возможные производственные вредности, к которым относят пыль, образующуюся в помещениях при переработке и транспортировании сырья и готовой продукции и тепловыделении.

Локализацию пылевых выделений осуществляют аспирационные установки. Для поглощения теплоизбытков используют общеобменную вентиляцию путем вытяжки воздуха из верхней зоны этажа. Возмещение воздуха, удаляемого из производственных помещений, осуществляется приточными системами в холодный период года, а в теплый период года, как правило, через открытые фрамуги окон.

Для воздушного отопления наружный воздух до поступления на этажи проходит очистку в воздушных фильтрах кондиционеров, подогрев в его калориферных секциях и увлажнение в секциях орошения. Подача приточного воздуха производится в верхнюю зону каждого помещения через воздухопроводы (называемые воздухопроводами равномерной раздачи) со скоростью, обеспечивающей подвижность воздуха в рабочей зоне не более $0,3$ м/с.

Приточные камеры и кондиционеры устанавливают в отдельных помещениях, имеющих непосредственный выход на лестничную клетку. Размер помещения зависит от типа кондиционера (табл. XIII-2) и их числа с учетом прохода со стороны обслуживания не менее 1 м, с необслуживаемой стороны $0,6$ м.

Число кондиционеров для производственных корпусов, цехов

ХIII-2. Техническая характеристика кондиционеров

Марка	Расход воздуха, м³/ч	Габариты, мм		
		длина	ширина с вентилятором	высота
КТЦ2-10	10 000	9000	1200	1800
КТЦ2-20	20 000	9000	2000	1800
КТЦ2-31,5	31 000	11 000	2300	2645
КТЦ2-40	40 000	11 000	2300	3145
КТЦ2-63	63 000	12 000	4050	2645

предварительных смесей (категории Б) зависит не только от объемов отсасываемого воздуха с этажей, но и от числа этажей здания с учетом того, что воздуховоды не должны объединять более чем три этажа. Практически для семи — восьмиэтажного здания необходимо установить минимум три кондиционера.

Воздуховоды равномерной раздачи воздуха систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления применяют в основном круглого сечения. Прямоугольное сечение обычно используют для вертикальных воздуховодов. В качестве стенок воздуховодов, коллекторов допускается использовать негорючие конструкции зданий и сооружений.

Например, если воздух от кондиционера раздается на три этажа, то его можно выполнить не только из металла, но и из бетона, железобетона или гипса. При переходе воздуховода из помещения кондиционера в производственное помещение устанавливают огнезадерживающие клапаны, которые при пожаре задерживают огонь или дым.

Воздуховоды для равномерной раздачи не должны проходить вдоль окон, чтобы не уменьшать освещенность.

Воздух на этаж выходит из нижних или боковых сторон воздуховода. Длина и сечение зависят от количества воздуха. По длине сечение воздуховода уменьшается, что обеспечивает равномерную скорость воздуха в отверстиях выхода. Отверстие затягивают сетками. В зонах постоянного рабочего места воздуховоды прокладывают на высоте свободного прохода не менее 2,1 м.

§ 3. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ

Для зерноперерабатывающих предприятий в проектах предусматривают водоснабжение и канализацию следующих назначений: водопровод хозяйственно-питьевой — производственный; водопровод противопожарный; водопровод оборотного водоснабжения; канализацию хозяйственно-бытовых сточных вод; канализацию производственных стоков;

XIII-3. Данные по производственному водопотреблению и водоотведению мукомольного завода

№ потреби-теля по плану	Наименование потребителя	Число потреби-телей	Требования к качеству воды	Потребный напор потреби-теля, Па	Режим водопо-требления	Расход воды на одного потребителя, м³ / ч
1	Машины мокрого шелушения А1-БШМ	4	Пить-свая (35 °С)	300	Посто-янный	0,3 м³ / т зерна
2	Увлажнительный аппа-рат А2-БУЗ	4	Пить-свая (35 °С)	400	То же	7 % от мас-сы зерна
3	Увлажнительный аппа-рат А1-БАЗ	2	Пить-свая (35 °С)	50	»	50 л / ч
4	Оборотная система ох-лаждения вальцовых станков (добавка воды на градирню)	1 гра-ди-ря	3,5...4,0 мг экв / л общ. жест.	100	»	1 % от цир-кулирую-щего рас-хода
5	Промывные камеры кондиционеров (добав-ка на испарение)	8	Пить-свая	100	»	5 % от цир-кулирую-щего рас-хода
6	Ванны для мытья валиков	2	Техни-ческая	50	10 мин в смену	—
	Всего					

канализацию дождевых и условно-чистых производственных стоков.

Водопровод для противопожарных целей проектируют самостоя-тельным. Насосные должны обеспечивать напор воды на наиболее вы-сокие точки сооружений. В обязательном порядке устанавливаются ре-зервные насосы. Около пожарных кранов на всех этажах устанавливают кнопки дистанционного пуска пожарного насоса.

Количество воды, напор, диаметры труб подбирают в зависимости от потребителей и их числа. Направление выбросов в бытовую произ-водственную или дождевую канализацию выбирают, исходя из содер-жания в воде примесей и вредных веществ. В таблице XIII-3 приведен пример составления данных по производственному водо-потреблению и водоотведению мукомольного завода мощностью 500 т/сут.

В современных условиях в связи с повышенными требованиями к чистоте водоемов и необходимости во многих случаях очистки сточных вод возрастает значимость выбора системы канализации. Учитывая это, необходимо на территории предприятия при проекти-ровании предусматривать очистные сооружения.

Из хозяйственно-питьевого водопровода			Режим водоотведения	В бытовую канализацию			В производственную канализацию			В дождевую канализацию		
м³ / сут	м³ / ч	л / с		м³ / с	м³ / ч	л / с	м³ / с	м³ / ч	л / с	м³ / с	м³ / ч	л / с
150,0	6,25	1,75	Постоянный	—	—	—	150,0	6,25	1,75	—	—	—
35,0	1,5	0,4	То же	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,4	0,1	0,03	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,7	0,32	0,1	Периодический	—	—	—	—	—	—	—	0,8	0,8
29,5	1,23	0,34	То же	—	—	—	—	—	—	—	1,4	0,2
0,36	0,12	0,2	10 мин в смену	0,36	0,12	0,2	—	—	—	—	—	—
255	9,52	2,82		0,36	0,12	0,20	150,0	6,25	1,75	2,2	1,0	0,3

XIV Глава

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ СМЕТЫ НА КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЮ

Смета — это основной документ, по которому определяют стоимость работ на строительство проектируемого предприятия. Разрабатывает сметную документацию проектная организация, выполняющая проект строящегося предприятия. Смета позволяет определить размеры затрат для финансирования строящегося объекта.

Объем капитальных вложений для вновь строящихся предприятий включает затраты на строительные работы, приобретение и монтаж

оборудования, транспортные механизмы, производственный инвентарь, инструмент и пр. Строительные работы включают работы по возведению и отделке зданий и сооружений, санитарно-технические, специальные строительные и др. Затраты на оборудование состоят из затрат на его приобретение и доставку на строительную площадку.

Монтажные работы связаны с установкой оборудования в соответствии с проектом, его присоединением к сетям энергоснабжения и другим коммуникациям. Группу прочих затрат составляют расходы на изыскательские и научно-исследовательские работы и предусмотренные доплаты.

Затраты, связанные со строительными и монтажными работами, подразделяют на прямые и накладные расходы и плановые накопления. Прямые расходы включают затраты на материалы, стоимость оборудования, заработную плату рабочих, расходы на эксплуатацию механизмов, электроэнергию, внутренний автомобильный транспорт и т. п.

Накладные расходы относят ко всей продукции строительно-монтажной организации, так как сюда входят затраты на обслуживание процесса производства и управление строительством: затраты на содержание административно-хозяйственного аппарата, содержание зданий, обслуживающего персонала, дополнительная заработная плата рабочих, затраты на их санитарно-бытовое обслуживание, охрану труда и технику безопасности, отчисления на культурно-массовую и физкультурную работу, а также расходы на организацию и производство отдельных работ и пр.

На накладные расходы устанавливают нормы, которые выражены в процентах и определены по строительным расходам от суммы прямых расходов, а по монтажным работам — от расходов по основной заработной плате.

Определены также нормы для установления величины нормативной условно-чистой продукции (НУЧП) в процентах к сумме основной заработной платы рабочих и стоимости эксплуатации строительных машин, учтенных в сметных прямых затратах. Для всех организаций установлены единые предельные нормы накладных расходов на монтажные и специальные строительные работы, например, для монтажа оборудования 80 %, для внутренних санитарно-технических работ 13,3 %.

Норма плановых накоплений является единой для организаций, занятых на строительных, монтажных и специальных строительных работах, и составляет 8 % к общей сумме сметных прямых затрат и накладных расходов.

В составе проекта при двухстадийном проектировании для определения сметной стоимости проектируемых предприятий или их очередей составляют следующую документацию: сводный сметный расчет, сводку затрат, объективные и локальные сметные расчеты, сметы на проектные и изыскательские работы, ведомость сметной

стоимости строительства объектов, входящих в пусковой комплекс. В состав рабочей документации при двухстадийном проектировании входят: объектные и локальные сметы, ведомость сметной стоимости строительства объектов, входящих в пусковой комплекс.

При одностадийном проектировании в составе рабочего проекта составляют следующую сметную документацию: сводный сметный расчет, сводку затрат, объектные и локальные сметы, сметы на проектные и изыскательские работы, ведомость сметной стоимости строительства объектов, входящих в пусковой комплекс.

Сметную стоимость оборудования определяют на основании заказных спецификаций, представленных в составе рабочего проекта (рабочей документации). Заказные спецификации составляют по отдельным цехам, указывая технологическое, транспортное, аспирационное оборудование и др.

Стоимость работ по монтажу оборудования зерноперерабатывающих предприятий определяют по ценникам на монтаж. В затраты на приобретение оборудования входят транспортные расходы по доставке на строительную площадку грузов железнодорожным, водным и автомобильным транспортом от завода-поставщика. Их можно определить по укрупненным нормативам на 1 т массы груза применительно к территориальным районам.

Затраты на комплектацию оборудования средств автоматизации составляют 1 %, для прочего оборудования — 0,7 % от стоимости оборудования по оптовым ценам.

Затраты на запасные части принимают в размере 2 % от стоимости оборудования по оптовым ценам. Затраты на тару и упаковку принимают равными 2 % от стоимости оборудования по оптовым ценам и расходов на запасные части, этой суммой покрываются расходы по таре и упаковке, не учтенные в оптовой цене на оборудование. Установлены заготовительно-складские расходы на оборудование 1,2 %, металлические конструкции — 0,75 % к сметной стоимости.

Отклонения по заработной плате учитывают по поясному коэффициенту, который установлен для конкретного географического района, и вносят их в графу заработной платы по монтажным работам. Для сводного сметно-финансового расчета составляют локальные сметы по каждому виду работ, связанных со строительством, реконструкцией, техническим перевооружением предприятия: строительные работы, монтаж оборудования, электромонтажные работы, демонтаж оборудования, сантехнические и другие работы.

Общая сметная стоимость оборудования и его монтаж по строящемуся объекту включает следующие затраты: общую стоимость оборудования, общую стоимость монтажных работ, стоимость транспортных расходов, заготовительно-складские расходы, дополнительную заработную плату при величине поясного коэффициента выше единицы и стоимость не учтенных ценником материалов.

Стоимость не учтенных ценником материалов определяют на осно-

вании расхода материала и цен на материалы либо по упрощенному расчету материальных ресурсов.

После составления смет по отдельным объектам (видам работ) составляют общую сводную смету по всему строящемуся объекту.

Сводный сметный расчет стоимости строительства составляют по форме № 1 и средства распределяют по следующим главам:

1. Подготовка территории строительства.
2. Основные объекты строительства.
3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения.
4. Объекты энергетического хозяйства.
5. Объекты транспортного хозяйства и связи.
6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло- и газоснабжения.
7. Благоустройство и озеленение территории.
8. Временные здания и сооружения.
9. Прочие работы и затраты.
10. Содержание дирекции (технический надзор) строящегося предприятия (учреждения) и авторский надзор.
11. Подготовка кадров.
12. Проектные и изыскательские работы.

В соответствии со СНиП 1.02.01-85 к сметной документации в составе утвержденного проекта прикладывают пояснительную записку, в которой должны быть представлены:

ссылка на территориальный район, где расположено строительство в соответствии с распределением территории СССР по районам, для которых разработаны ЕРЕР, а также на тарифный пояс;

указание, в каких ценах и нормах, какого года составлена сметная документация;

перечень каталогов единичных расценок, принятых для составления смет на строительство объектов;

наименование накладных расходов;

порядок определения сметной стоимости строительных работ;

порядок определения средств по главам 8...12 сводного сметного расчета;

расчет распределения средств по направлениям капитальных вложений (для жилищно-гражданского строительства);

при необходимости приводят другие сведения о порядке определения сметной стоимости, характерные для данной стройки.

Проектно-сметная документация на техническое перевооружение, осуществляемое за счет средств фонда развития производства и кредитов, утверждается руководителем производственных объединений (предприятий).

Проектно-сметная документация на строительство предприятия, здания и сооружения, разработанная в соответствии с нормами, правилами, инструкциями и государственными стандартами, что должно быть удостоверено соответствующей записью главного инже-

нера (главного архитектора) проекта в материалах рабочего проекта (проекта), не подлежит согласованию с органами государственного надзора.

Рабочие чертежи, разработанные в соответствии с утвержденным рабочим проектом (проектом), согласованию не подлежат. Документация, выполненная с обоснованными отступлениями от действующих норм, правил, государственных стандартов и инструкций, подлежит согласованию в части этих отступлений с органами государственного надзора и организациями, утвердившими эти нормы, правила, стандарты и инструкции.

§ 2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Технико-экономические показатели определяют для общей оценки выполненного проекта и анализа принятых проектных решений. Обычно сопоставляют показатели проекта по новому строительству с данными типовых проектов, нормативными показателями.

В номенклатуру основных технико-экономических показателей для оценки качества проектно-сметной документации для строительства предприятий, зданий и сооружений входят: мощность в натуральных или стоимостных измерителях; стоимость строительства, тыс. руб.; себестоимость продукции, тыс. руб.; производительность труда в год, тыс. руб.; срок окупаемости капитальных вложений, лет; годовая потребность в сырье и материалах в установленных измерителях; трудоемкость строительства, тыс. чел.-дн.; расход основных строительных материалов в установленных измерителях; степень и уровень автоматизации производства в установленных измерителях; процент ручного труда в основном и вспомогательном производстве.

Данные технико-экономических показателей проекта реконструкции сопоставляют с данными предприятия до реконструкции. Эффективность проектируемых предприятий оценивают в основном теми показателями, которые определяют при разработке техпромфинпланов действующих предприятий. Кроме этих показателей, учитывают объем капитальных вложений, могут быть определены некоторые специфические показатели — строительный объем, м³; строительный объем на 1 т мощности и т. п.

Для строящихся мукомольных, крупных и комбикормовых заводов расчет эффективности капитальных вложений производят в соответствии с Типовой методикой, он определяется отношением прибыли к капитальным вложениям.

Эффективность рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_c = \frac{Ц - С}{K},$$

где C — годовая продукция предприятий в действующих оптовых ценах, р; C — себестоимость годового выпуска продукции, р; K — сумма капитальных вложений (сметная стоимость объекта), включая сумму необходимых оборотных фондов, р.

Основным показателем, характеризующим эффективность капитальных вложений при реконструкции, служит увеличение прибыли от реализации продукции.

Экономическую эффективность при реконструкции, расширении цехов определяют по формуле

$$Э_r = \frac{(P_2 - C_2) - (P_1 - C_1)}{K_1 - K_2 - K_n},$$

где P_1 и P_2 — стоимость продукции до и после реконструкции; C_1 и C_2 — себестоимость продукции до и после реконструкции; K_1 и K_2 — стоимость производственных фондов до и после реконструкции; K_n — неамортизируемая часть стоимости ликвидируемых производственных фондов (за вычетом сумм реализации).

В объем капитальных вложений при расчете экономической эффективности включают: стоимость строительных работ; стоимость оборудования; стоимость монтажных работ; стоимость машин и оборудования, приобретаемых за счет капитальных вложений; стоимость проектно-изыскательских работ; прочие затраты, связанные с капитальным строительством.

Капитальные вложения для зерноперерабатывающих предприятий рассчитывают по нормативам удельных капитальных вложений в тыс. р. на 1 т производственной мощности.

Удельные капитальные вложения можно определить отношением общей суммы капитальных вложений к производственной мощности или годовому объему производства. Оценивая экономическую эффективность капитальных вложений, определяют срок окупаемости капитальных вложений как их отношение к приросту прибыли или общей прибыли

$$T = K/P,$$

где T — срок окупаемости; K — капитальные вложения на реконструкцию предприятия; P — прирост прибыли в связи с реконструкцией.

Для нового строительства при установлении срока окупаемости капитальных вложений необходимо учитывать период строительства и освоения производственной мощности:

$$T = L_c + L_o + \frac{K - P_p}{C - C_0},$$

где L_c — период строительства предприятия; L_o — период, необходимый для полного освоения производственной мощности; P_p — прибыль, полученная за период освоения производственной мощности.

Для зерноперерабатывающих предприятий нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений установлен в размере 0,12, а срок окупаемости — 8,3 года.

Годовой объем производства готовой продукции (комбикормов)

в натуральном выражении определяется произведением годового рабочего периода предприятия и его суточной производственной мощности. Расчет объемов производства муки (крупы) проводят с учетом запроектированного ассортимента в тоннах на год.

Сумма затрат предприятия на производство и реализацию продукции (себестоимость) включает: 1) сырье и материалы; 2) возвратные отходы; 3) топливо и энергию на технологические цели; 4) основную заработную плату производственных рабочих; 5) дополнительную заработную плату производственных рабочих; 6) отчисления на социальное страхование; 7) расходы на подготовку и освоение производства; 8) расходы на содержание и эксплуатацию оборудования; 9) цеховые расходы; 10) общезаводские расходы; 11) потери от брака (только в учете); 12) прочие производственные расходы; 13) внепроизводственные расходы.

Сумма всех перечисленных затрат по тринадцати перечисленным статьям составляет полную (коммерческую) себестоимость, а сумма затрат по статьям с первой до двенадцатой — производственную себестоимость.

Рабочий период предприятия определяют, вычитая из календарного фонда времени плановые остановки на текущий ремонт, в праздничные дни, на капитальный ремонт, газацию и прочие остановки.

Стоимость 1 т валовой и товарной продукции определяют, используя оптовые цены предприятия. Величину нормативно-чистой продукции устанавливают с учетом нормативов чистой продукции на 1 т.

Общий фонд заработной платы рассчитывают как сумму основной и дополнительной заработной платы по категориям работающих: ИТР, административно-управленческий персонал, служащие, производственный персонал, работники охраны. Число рабочих по профессиям определяют с учетом норм обслуживания предприятий различной мощности.

Балансовую или общую прибыль определяют, вычитая из стоимости товарной продукции полную себестоимость (тыс. р.).

Отношением полной себестоимости к стоимости товарной продукции определяют затраты на 1 р. товарной продукции.

Уровень общей рентабельности P_o (%) определяют:

$$P_o = \frac{П_б}{\Phi_{осн. пр.} + \Phi_{об. нор.}} 100,$$

где $П$ — прибыль балансовая или общая, тыс. р.; $\Phi_{осн. пр.}$ — стоимость основных производственных фондов, тыс. р.; $\Phi_{об. нор.}$ — стоимость нормативных оборотных фондов, тыс. р.

Фондоотдачу определяют следующим образом:

по валовой продукции $ВП / \Phi_{осн. пр.}$;

по нормативно-чистой продукции $НЧП / \Phi_{осн. пр.}$.

где $ВП$ — стоимость валовой продукции, тыс. р.; $НЧП$ — стоимость нормативно-чистой продукции, тыс. р.

Выработку продукции на одного работающего промышленно-производственного персонала определяют:

по валовой продукции *ВП/Ч*, р.;

по нормативно-чистой продукции *НЧП/Ч*, р.,

где *Ч* — численность промышленно-производственного персонала, чел.

В таблице XIV-1 приведены технико-экономические показатели предприятия.

XIV-1. Технико-экономические показатели работы мукомольного завода на комплексном оборудовании мощностью 500 т/сут

Показатели	По нормам	По проекту	Больше + меньше —
Производственная мощность, т/сут	500	500	—
Вместимость силосов для хранения, тыс. т:			
зерна	49	49	—
продукции без тары	4,668	3,380	—1,288
Годовая переработка зерна, тыс. т	150	150	—
Годовая выработка продукции, тыс. т,	148,5	148,5	—
в том числе:			
муки высшего сорта	111,0	111,0	—
манной крупы	1,5	1,5	—
отрубей и мучки	36,0	36,0	—
Численность работающих, чел.	224	204	—20
Капитальные вложения, тыс. р.	14217,0	13598,1	—618,9
Продукция, тыс. р.:			
валовая	27577,9	27577,9	—
товарная	24057,5	24057,5	—
Издержки производства, тыс. р.	21495,3	21372,1	—123,2
Прибыль, тыс. р.	2562,2	2685,4	+123,2
Производительность труда:			
тыс. руб.	123,1	135,2	+12,1
т	662,9	727,9	+65,0
Срок окупаемости, год	5,5	5,1	—0,4
Удельные капитальные вложения на 1 т мощности, тыс. р.	28,43	27,20	—1,23

§ 3. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ СМЕТНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В Белгоспроекте Госстроя БССР разработана технологическая линия проектирования (ТЛП), которая базируется на использовании средств организационной и вычислительной техники в процессах разработки архитектурно-строительного, сантехнического, электро-технического и сметного разделов строительной части проектов промышленных зданий*. Система предназначена для автоматизиро-

* Излагается по Шершневу В. М. Комплексная автоматизированная система разработки сметной документации (АВС-3 ЕС). Общее описание системы. — М.: ЦНИИПроект, 1983, 112 с.

нанной разработки сметно-экономической документации проектными институтами всех отраслей строительства, имеющих возможность эксплуатировать любую из моделей ЕС ЭВМ.

Система обеспечивает разработку и выпуск локальных смет на все виды строительных и монтажных работ, объектных и сводных смет, заказных спецификаций, пояснительных записок.

Исходная информация записывается на базисном входном языке АВС и на языке стандартных фрагментов. В качестве исходных данных используют чертежи, спецификации, пояснительные записки к проектируемым объектам. Результаты расчетов выдаются на АЦПУ по формам.

Подсистема выпуска сметной документации (ТЛП—СМЕТА) является одной из подсистем ТЛП—ПРОМЗДАНИЕ и предназначена для разработки и выпуска сметной документации на стадиях рабочего проекта и рабочей документации на все виды строительных и монтажных работ для всех районов и зон строительства. Подсистему ТЛП—СМЕТА можно применять в автономном или комплексном (совместно с другими подсистемами ТЛП—ПРОМЗДАНИЕ) режимах всеми проектными и строительными организациями, имеющими время на любых моделях ЕС ЭВМ и совместных с ними ЭВМ других типов, что обеспечивает выпуск следующей документации:

- локальных смет на все виды строительных и монтажных работ и на приобретение оборудования;
- ведомостей объемов работ;
- сводок объемов и стоимостей работ по разделам смет и по конструктивным элементам;
- ведомостей потребности в материально-технических ресурсах по сметам, разделам и конструктивным элементам;
- заказных спецификаций на оборудование и материалы;
- объектных и сводных смет;
- сводок затрат, титульных листов и пояснительных записок;
- данных по конструктивным элементам (на магнитных лентах);
- каталогов ЕРЕР, привязанных к местным условиям строительства.

При автономном использовании ТЛП—СМЕТА применяют проектные данные (чертежи, спецификации, пояснительные записки), как и при традиционном выпуске сметной документации. Для выполнения расчетов и выпуска сметной документации исходные данные вводятся с входной магнитной ленты. При комплексном режиме обеспечивается автоматизированное взаимодействие подсистемы ТЛП—СМЕТА с другими проектирующими подсистемами.

В таблице XIV-2 представлены основные этапы автоматизированного выпуска сметной документации.

Работа подсистемы основана на использовании широкого набора нормативно-справочной информации, которая составляет ее норма-

XIV-2. Основные этапы технологического процесса выпуска сметной документации и их исполнители
(по Шершневу В. М.)

Краткое наименование этапа	Основное содержание выполняемых работ	Исполнитель
1. Изучение чертежей, спецификаций, пояснительных записок	Получение документаций от смежных отделов, их изучение	Инженеры-сметчики
2. Подготовка исходных данных с записью их на входном языке АВС-3	Исходные данные записываются либо на бланках общего назначения, либо на специальных бланках для конкретных стандартных фрагментов	То же
3. Перфорация исходных данных	Перенос исходных данных на материальные носители: перфокарты, перфоленты, магнитные ленты. Контроль правильности перфорации	Перфораторщики
4. Выпуск сметной документации на ЭВМ	Выполнение расчетов на ЭВМ в соответствии с инструкциями по эксплуатации и заданием сметных отделов	Операторы ЭВМ
5. Логический анализ результатов, оформление и выпуск сметной документации	Анализ полученных результатов и подготовка к выпуску сметной документации При обнаружении ошибок подготавливаются исправления с передачей их для повторного счета	Инженеры-сметчики
6. Размножение и выпуск	Подготовка нужного количества копий, переплет и отправка заказчику	Отдел оформления и выпуска

тивно-справочную базу (НСБ). В системе предусмотрена для каждого пользователя генерация нормативно-справочной базы (отбор только требуемых расценок и отбор цен для объектов заданного района).

Структурная модель информационного обеспечения ТЛП — СМЕТА приведена на рисунке XIV-1.

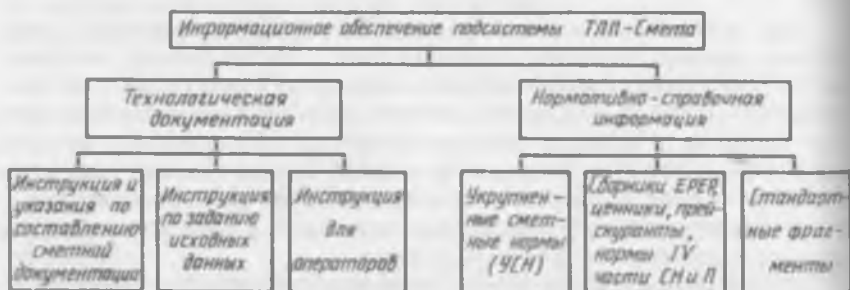


Рис. XIV-1. Структурная модель информационного обеспечения ТЛП — СМЕТА

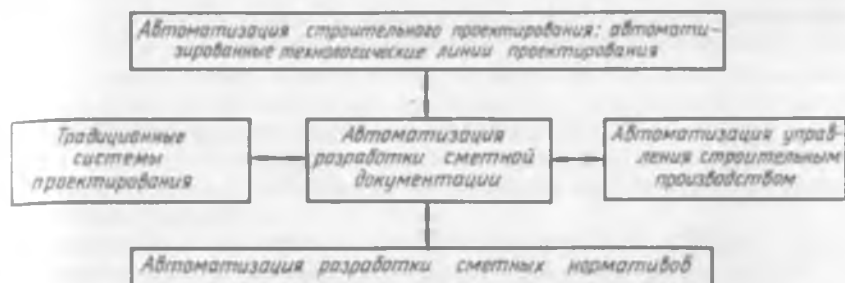


Рис. XIV-2. Система автоматизации разработки сметной документации и ее связь с другими подсистемами

Математическое обеспечение подсистемы ТЛП — СМЕТА, ее нормативно-справочная база и входной язык могут использоваться для автоматизированного выпуска сметной документации при традиционных методах проектирования. При подготовке исходных данных во всех режимах используют входной язык двух уровней: базисный язык АВС-3 и макроязык АВС-3 (язык стандартных фрагментов).

На рисунке XIV-2 изображена связь между системами автоматизации разработки сметной документации:

- автоматизация строительного проектирования: автоматизированные технологические линии проектирования;
- автоматизация управления строительным производством;
- автоматизация разработки сметных нормативов;
- традиционные системы проектирования.

Вопросы для самоконтроля. 1. Какие затраты включает объем капитальных вложений для вновь строящихся предприятий? 2. Какие ценники используют для определения стоимости работ по монтажу оборудования зерноперерабатывающих предприятий? 3. Как определяют эффективность капитальных вложений? 4. Какие основные этапы технологического процесса автоматизированного выпуска сметной документации? 5. Каков порядок утверждения проектно-сметной документации?

Развитие зерноперерабатывающей промышленности, которое осуществляется в нашей стране в широких масштабах, неразрывно связано со строительством новых предприятий, реконструкцией и техническим перевооружением действующих. При этом капитальные вложения в основном направляются на реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий. В этих условиях подготовка специалистов для зерноперерабатывающей промышленности должна обеспечить высокий и современный уровень знаний по вопросам проектирования.

Изложенный материал показывает, что дальнейшее развитие проектирования зерноперерабатывающих предприятий неразрывно связано с развитием и совершенствованием технологии, оборудования, автоматизации, техники безопасности, защиты окружающей среды и требует углубленной творческой работы многих специалистов и прежде всего ученых, инженеров и новаторов производства над решением многих проблем в этой отрасли.

В мукомольной промышленности технологический процесс переработки зерна необходимо совершенствовать в направлении максимального получения эндосперма, увеличения выхода муки высоких сортов и улучшения ее качества.

Большие задачи предстоит разрешить в ближайшие годы в крупяной промышленности. Необходимо улучшить качество вырабатываемой крупы, существенно расширить ассортимент крупы и продуктов из нее в виде сухих завтраков и других продуктов. Для достижения этого разрабатывают новое высокопроизводительное и эффективное оборудование для крупяной промышленности, совершенствуют существующие и разрабатывают новые технологии в крупяном производстве, повышают эффективность использования значительного количества побочных продуктов и отходов крупяной промышленности.

Основные направления дальнейшего развития и совершенствования комбикормовой промышленности определяются необходимостью повышения качества комбикормов, сбалансированных по питательности и обладающих высокой эффективностью при их скармливании животным и птице. Для достижения этого стремятся расширить сырьевую базу за счет использования нетрадиционных

кормовых средств, снизить расходы зерна на единицу готовой продукции, совершенствовать технологию комбикормового производства, разрабатывать новое технологическое оборудование, шире применять механизацию и автоматизацию производства, существенно улучшить условия труда на комбикормовых предприятиях.

В связи с дальнейшим развитием зерноперерабатывающей промышленности надо решить ряд специальных вопросов, важнейшими из которых являются:

дальнейшее развитие и широкое внедрение в практику проектирования систем автоматизированного проектирования (САПР) и особенно проектирование коммуникации зерновых потоков и продуктов его переработки, оптимальное размещение оборудования в производственном здании и др.;

разработка новых видов высокоэффективного технологического и транспортного оборудования;

дальнейшее развитие систем автоматизации и автоматизированного управления технологическими процессами;

разработка эффективных мер защиты окружающей среды от загрязнения пылевыми выбросами и отработанными сточными водами;

дальнейшее совершенствование существующих средств механизации трудоемких и разработка новых, существенно снижающих долю ручного труда;

совершенствование техники безопасности и условий труда обслуживающего персонала;

внедрение научной организации труда в процессе проектирования, строительства и технического перевооружения, эксплуатации и ремонта оборудования.

Знания, полученные при изучении материала книги, помогут студентам, специализирующимся по технологии хранения и переработки зерна, выполнить курсовой и дипломный проекты, а также в инженерной деятельности на зерноперерабатывающих предприятиях.

Приложение 1

Нагрузки на рабочие органы рассеив и вальцовых станков

Вид помола	Количество перерабатываемого зерна		
	на 1 м ² просеивающей поверхности рассеив, кг / сут		на 1 см длины размалывающей линии вальцов, кг / сут
	ЗРШ-М	ЗРМ	
Хлебопекарные помолы пшеницы:			
трехсортные 75 и 78 %, односортный 72 %	1000...1200	630...800	65...85
двухсортные с сокращенной схемой 75 и 78 %	1100...1300	750...900	80...100
односортный 85 %	1100...1500	830...1390	95...125
обойный 96 %	4000...4800	3750	310...340
Макаронные помолы:			
трехсортные и двухсортные 75 и 78 %	700...1000	650...800	55...80
Помолы ржи:			
сеяный 63 %	800...1000	590	70...75
двухсортный 80 %	1600...2000	1310	140...170
обдирный 87 %	1700...2300	1500	170...200
обойный 95 %	4000...4800	3360	295...340
Помолы смесей пшеницы и ржи в обойную муку	4000...4800	3500	300...340

Приложение 2

Нагрузки на рабочие органы машин комплексного оборудования

Вид помола	Количество перерабатываемого зерна		
	на 1 см длины пар неработающих вальцов, кг / сут	на 1 м ² просеивающей поверхности рассеив, кг / сут	на 1 см рабочей ширины ситовочных машин, кг / сут

Помол пшеницы в сортовую хлебопекарную муку

70...75

1330

640

Перечень технологического оборудования, применяемого на мукомольных заводах

Наименование и марка оборудования	Производительность, т/с	Установленная мощность, кВт	Расход воздуха на аспирацию, м³/мин
<i>Зерноочистительное отделение</i>			
Скальператор барабанный А1-БЗО	100	0,37	12
Устройство для регулирования расхода зерна:			
УРЗ-1	0,2...7	—	—
УРЗ-2	0,2...12	—	—
Весы автоматические АВ-50-ЗЭ	6...15	—	10
Подогреватель БПЗ	5	0/1,0	4
Сепараторы:			
А1-БМС-6	6	3,5	54
А1-БИС-12	12	1,38	100
А1-БЛС-12	12	1,79	103
А1-БЛС-16	16	2,48	180
Пневмосепаратор РЗ-БСД	7	—	54
Аспираторы:			
РЗ-БАБ	8,9...11,8	0,16	80
А1-БВЗ	10	3,0	—
Триеры:			
А9-УТО-6	6	2,2	8
А9-УТК-6	6	3,0	10
Камнеотделительные машины:			
РЗ-БКТ	6	0,3	80
РЗ-БКТ-100	9	0,3	80
Концентраторы:			
А1-БКЗ-9	9	0,45	90
А1-БКЗ-18	18	0,82	180
Машины обоечные:			
РЗ-БМО-6	6	11,0	60
РЗ-БМО-12	12	15,0	60
РЗ-БГО-6	6...9	5,5	60
РЗ-БГО-8	8...12	15,0	60
Шелушильно-шлифовальная машина А1-ЗШН-3	3...4	22,0	15,4
Машина влажного шелушения А1-БШМ	5,2	11,0	—
Машина моечная Ж9-БМБ	10	20,0	10
Машины для интенсивного увлажнения зерна:			
А1-БШУ-1	12	4	—
А1-БШУ-2	6	7,5	—
Увлажнительные аппараты:			
А1-БУЗ	6	—	—
А1-БАЗ	12	0,55	—
Машина щеточная А1-БЩМ-12	12	5,5	50
Бурат ЦМБ-3	0,5	0,75	6
Энтолейтор для стерилизации зерна РЗ-БЭЗ	9...15	5,5	3

Наименование и марка оборудования	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Расход воздуха на аспирацию, м³/мин
Сепараторы магнитные (колонки):			
У1-БМЗ-01	11	—	3
У1-БМП-01	11	—	3
Пробоотборник У1-БПБ	1,2	0,12	—

Размольное отделение

Станки вальцовые:			
А1-БЗН	По расчету		—
А1-БЗ-2Н	То же	7,5...18,5	10
А1-БЗ-3Н	»	0,5 станка	27
Энтолейтор РЗ-БЭР	1,5...2,3	4,0	—
Деташер А1-БДГ	0,3...0,6	1,5	—
Рассевы:			
ЗРШ-4 М	По расчету	4,0	12
ЗРШ-6 М	То же	4,0	15
РЗ-БРВ	»	3,0	—
РЗ-БРБ	»	4,0	—
Ситовесные машины:			
А1-БСО	1,8...2,0	1,18	70
А1-БС2-0	1,8...2,0	1,1	70
Виброцентрофугал РЗ-БЦА	0,5...1,0	2,2	—
Машины бичевые:			
А1-БВГ	0,9...1,6	5,5	7,2
МБО	2,5...5,5	4...5,5	5,3
Сепараторы магнитные (колонки):			
У1-БМЗ	2	—	3
У1-БМП	11	—	3
Машины просеивающие:			
А1-БПК	36	2...5,5	16
А1-БП2-К	8...10	5,5	7
Установка для витаминизации муки А5-АУВМ-1	54 кг-цикл	2,85	—
Весы автоматические для муки АВ-50-МЭ	6...13,5	—	3

Приложение 4

Перечень технологического оборудования, применяемого на крупных заводах

Наименование и марка оборудования	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Расход воздуха на аспирацию, м³/мин
-----------------------------------	-------------------------	-----------------------------	-------------------------------------

Зерноочистительное отделение

Устройства регулирования расхода зерна:

Наименование и марка оборудования	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Расход воздуха на аспирацию, м³/мин
УРЗ-1	0,2...7	—	3
УРЗ-2	0,2...12	—	3
Весы автоматические для зерна АВ-50-39	12	—	10
Сепараторы для зерна:			
А1-БИС-100	100	1,38	142
А1-БИС-12	12	1,38	100
А1-БЛС-12	12	1,24	103
А1-БЛС-16	16	1,38	180
А1-БЛС-100	100	1,78	180
Концентраторы:			
А1-БЗК-9	9	0,45	90
А1-БЗК-18	18	0,82	180
Камнеотделительные машины:			
РЗ-БКТ	6	0,3	80
РЗ-БКТ-100	9,0	0,3	80
Сепараторы магнитные (колонки):			
А1-БМЗ-01	11	—	3
У1-БМП-01	11	—	3
Триеры:			
А9-УТО-6	6	2,2	8
А9-УТО-6	6	3,0	10
Аспираторы:			
А1-БВЗ	10	3	—
А1-БДА	5	2,2	48...72
Бурат ЦМБ-3	0,5	0,75	6
Аспиратор (колонка) РЗ-БАБ	8,9...11,8	0,16	80
Шнеки интенсивного увлажнения:			
А1-БШУ-1	12	4	4
А1-БШУ-2	6	7,5	4
Сушилка паровая ВС-10-49	0,47...2,2	0,5	60...100
Пропариватель А9-БПБ	4,2	1,7	—
Рассев А1-БРУ	(по гречихе) 8	1,7	15

Шелушильное отделение

Машины обоечные:			
РЗ-БМО-6	6	11	6
РЗ-БМО-12	12	15	6
РЗ-БГО-6	6...9	5,5	6
РЗ-БГО-8	8...12	15	6
ЗНМ-5	5	10	50
Сепараторы магнитные(колонки):			
У1-БМЗ-01	11	—	3
У1-БМП-01	11	—	3
Аспираторы:			
А1-БДА	5	2,2	48...72
А1-БВЗ	10	3	—

Наименование и марка оборудования	Производительность, т/ч	Установленная мощность, кВт	Расход воздуха на аспирацию, м³/мин
Шелушильно-шлифовальная машина			
А1-ЗШН-3	1,8...4,0	22	15,4
Вальцовые станки:			
А1-БЗ-2Н	По расчету	7,5...18,5	10
А1-БЗ-3Н	То же	на 0,5 стан.	27
Рассевы:			
А1-БРУ	По расчету		
А1-ЗРШ-4М	То же	4,0	12
А1-ЗРШ-6М	»	4,0	15
Крупосортировочная машина	1,5...5,0	1,1	12
А1-БКГ-1			
Машина шеточная А1-БШМ-12	12	5,5	50
Аспирационная колонка А1-БКА	До 3,8	0,4	80
Варочный аппарат ВА-800 М	0,8 т/цикл	2,2	—
Ситовесечная машина А1-БСО	1,8...2,0	1,18	70
Рассев А1-БРУ	1,6...16	3,0	15
Машина шлифовальная для риса А1-БШМ-2,5	4...4,5	18,5	12...15

Приложение 5

Перечень оборудования, применяемого на комбикормовых заводах

Наименование и марка оборудования	Главный параметр	
	наименование	величина
Автоматические порционные весы:	Производительность, т/ч	
Д-50		12
Д-100-3		25
ДН-500		60
Автоматические весовые дозаторы:	Предел взвешивания, кг	
6ДК-100		100
5ДК-200		200
5ДК-500		500
16ДК-1000		1000
10ДК-2500		2500
АД-3000М		3000
Дозаторы весовые автоматические непрерывного действия:	Производительность, т/ч	
ДН-0,25		1,0
ДН-0,40		1,6
ДН-0,63		2,5
ДН-1,0		4,0
ДН-1,6		6,3
ДН-2,5		10,0

Наименование и марка оборудования	Главный параметр	
	наименование	величина
ДН-4,0		16,0
ДН-6,3		25,0
ДН-10,0		40,0
ДН-16,0		63,0
ДН-25,0		100,0
Весовые автоматические двухдиапазоновые дозаторы:	Предел взвешивания, кг	
АД-500-2К		50 / 500
АД-2000-2К		200 / 2000
Весовой автоматический горизонтальный дозатор АД-3000-ГК	Предел взвешивания, кг	3000
Весовое устройство УРЗ-1 для регулирования расхода зерна в потоке	Производительность, т/ч	0,2...7
Индукционный расходомер ИР-51 П для масссы	м³/ч	16
Расходомер УИТЖ-1 для жира	м³/ч	0,55
Весовые полуавтоматические дозаторы:	Производительность, т/ч	
для фасовки муки в мешки ДВМ-50 П		12...16
для крупы ДВК-50 П	То же	12...18
Аппарат весовой АДК-50-3 ВМ		До 30
Горизонтальные смесители периодического действия:	Вместимость, кг	
А9-ДСГ-0,1		100
А9-ДСГ-0,2		200
А9-ДСГ-0,5		500
А9-ДСГ-1,5		1500
А9-ДСГ-2,0		2000
А9-ДСГ-3,0		3000
Горизонтальные смесители периодического действия:	Вместимость, кг	
СКГ-1 М		1000
СКГ-2,5 М		2500
А1-ДСЖ-1		1000
А9-БСГ-3,0		3000
Зерноочистительные сепараторы:	Производительность, т/ч	
ЗСМ-10		100
ЗСМ-20		20
ЗСМ-50		50
ЗСМ-100		100
А1-БИС-100		100
А1-БИС-12		12
Просеивающие машины А1-ДМК для мучнистого сырья:	Производительность, т/ч	
сито с размерами отверстия 8 × 8 мм		30
то же 14 × 14 мм		50
Просеивающие машины для контроля продуктов размола и разделения на фракции:	То же	
А1-ДМП		20
А1-БПК		36

Наименование и марка оборудования	Главный параметр	
	наименование	единица
А1-БП2-К		5
Рассевы шкафного типа:		
ЗРШ-4М		15
ЗРШ-6М		15
Просеивающая машина для сырья минерального происхождения А1-ДСМ	*	1,0...2,0
Электромагнитные сепараторы для зернового сырья:	*	
А1-ДЭС		20
А1-ДСП		60
Электромагнитные сепараторы для мучнистого сырья:	Производительность, т/ч	
А1-ДЭС		10
А1-ДСП		30
У1-БММ		8
У1-БМП-01		11
Дробилки молотковые:		
ДМ		2,0
А1-ДДП		5,0
А1-ДДР		10,0
А1-ДМР-6		6,0
А1-ДМР-12		12,0
А1-ДМР-20		20,0
Установки для гранулирования комбикормов:	*	
ДГ (гранулятор ДГ-I, охладитель ДГ-II, измельчитель ДГ-III)		7...10
Б6-ДГВ		8,0
Б6-ДГЕ		15,0
Агрегаты для мелассирования комбикормов в комплексе с дозирующим устройством:	*	
Б6-ДАК (на мелассе)		10
Б6-ДАБ		30
Установка Б6-ДСЖ для ввода жира в комбикорма в комплексе с дозирующим устройством	*	10
Питатели аэрозольтранспорта:		
шлюзовые:		
А1-ДПК-10		10
А1-ДПК-20		20
шнековые:		
ПШМ-2		10
ПШМ-3		20

- Буренин В. А. Основы промышленного строительства и санитарной техники. Часть 1. Основы промышленного строительства. — М.: Высшая школа, 1984. — 216 с.
- Бутковский В. А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. — М.: Колос, 1981.
- Васильев Я. Я., Семенов Л. И. Взрывоопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна. — М.: Колос, 1983.
- Володин Н. П., Посторных М. Г., Кривошеин А. И. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам. — М.: Колос, 1984. — 288 с.
- Глебов Л. А., Касьянов Б. В. Проектирование комбикормовых заводов с основами САПР. — М.: Агропромиздат, 1983. — 303 с.
- Демский А. Б., Птушкина Г. Е., Борискин М. А. Комплексное оборудование мукомольных заводов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 215 с.
- Егоров Г. А., Мельников Е. М., Максимук Б. М. Технология муки, крупы и комбикормов. — М.: Колос, 1984. — 376 с.
- Кожарова Л. С., Касьянов Б. В. Курсовое и дипломное проектирование по комбикормовому производству. — М.: Агропромиздат, 1986. — 239 с.
- Кулак В. Г., Максимчук Б. М., Чакар А. П. Мукомольные заводы на комплексном оборудовании. — М.: Колос, 1984. — 255 с.
- Мерко И. Т. Технология мукомольного и крупяного производства. — М.: Агропромиздат, 1985. — 288 с.
- Миончинский П. Н., Кожарова Л. С. Производство комбикормов. — М.: Колос, 1981.
- Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. — М.: Высшая школа, 1980. — 311 с.
- Охрана окружающей среды. /Под ред. Белова С. В. — М.: Высшая школа, 1983. — 264 с.
- Павлюченков А. К. Экономика производства комбикормов. — М.: Колос, 1982.
- Петренко А. И., Семенов О. И. Основы построения систем автоматизированного проектирования. — Киев: Вища школа, 1984. — 294 с.
- Пятенков В. М., Резниковский И. А. Строительство элеваторов и комбинатов хлебопродуктов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1984. — 288 с.
- Черняев Н. П. Технология комбикормового производства. — М.: Агропромиздат, 1985. — 256 с.
- Экономика промышленности по хранению и переработке зерна. /Под ред. Павлюченкова А. К. — М.: Колос, 1983. — 399 с.

Введение	3
Глава I. Методы и этапы проектирования зерноперерабатывающих предприятий	5
§ 1. Общие требования, предъявляемые к зерноперерабатывающим предприятиям	5
§ 2. Этапы проектирования	6
§ 3. Прогрессивные методы проектирования	12
Глава II. Технико-экономическое обоснование строительства и реконструкции зерноперерабатывающих предприятий	20
§ 1. Обоснование размещения зерноперерабатывающих предприятий	20
§ 2. Производственная мощность предприятий и нормы запаса сырья	24
Глава III. Проектирование генерального плана зерноперерабатывающих предприятий	26
§ 1. Основные требования, предъявляемые к проектированию генерального плана	26
§ 2. Проектирование генерального плана мукомольных, крупяных и комбикормовых заводов	29
Глава IV. Строительные конструкции основных производственных зданий	37
§ 1. Требования, предъявляемые к зданиям	37
§ 2. Типы зданий и их строительные конструкции	39
§ 3. Конструктивные элементы зданий зерноперерабатывающих предприятий	42
Глава V. Проектирование мукомольных заводов	46
§ 1. Требования, предъявляемые к проектам мукомольных заводов	46
§ 2. Технологические процессы очистки, подготовки и размола зерна	47
§ 3. Баланс помола	67
§ 4. Выбор и расчет технологического оборудования	76
§ 5. Размещение технологического оборудования	85
§ 6. Взаимное расположение оборудования на этажах и оптимальные размеры здания	93
§ 7. Типовые проекты мукомольных заводов	104
§ 8. Реконструкция и техническое перевооружение мукомольных заводов	120
Глава VI. Проектирование крупяных заводов	125
§ 1. Требования, предъявляемые к крупяным заводам	125
§ 2. Технологические процессы производства крупы	126
§ 3. Расчет и размещение технологического оборудования	133
§ 4. Заводы по переработке овса	139
§ 5. Заводы по переработке гречихи и проса	147
§ 6. Заводы по переработке риса	157
§ 7. Заводы по переработке ячменя	161

Глава VII. Проектирование комбикормовых заводов	165
§ 1. Выбор схемы технологического процесса производства комбикормов	165
§ 2. Технологические линии производства комбикормов	168
§ 3. Технологические схемы комбикормовых заводов	177
§ 4. Выбор схемы технологического процесса производства премиксов	183
§ 5. Выбор схемы технологического процесса производства белково-витаминных добавок	187
§ 6. Подбор и расчет оборудования	187
§ 7. Правила размещения оборудования на этажах	202
§ 8. Проектирование приемно-отпускных устройств, корпусов и складов для хранения готовой продукции	211
§ 9. Основные направления реконструкции комбикормовых заводов	215
Глава VIII. Внутрицеховой транспорт и аспирация	219
§ 1. Внутрицеховые коммуникации	219
§ 2. Механический транспорт	242
§ 3. Пневматический транспорт	244
§ 4. Аспирационные установки	262
Глава IX. Проектирование отделений формирования сортов и упаковки муки, крупы	274
§ 1. Отделение для формирования муки по сортам	274
§ 2. Витаминизация муки	280
§ 3. Цех фасовки муки и крупы	282
Глава X. Проектирование отделений хранения готовой продукции	284
§ 1. Устройства бестарной приемки, хранения и отпуска муки и отрубей	284
§ 2. Склады для хранения и отпуска готовой продукции	297
§ 3. Склады для хранения сырья и комбикормов	298
§ 4. Механизация погрузочных работ в складах	306
Глава XI. Управление технологическими процессами и автоматизация на зерноперерабатывающих предприятиях	308
§ 1. Системы управления и автоматизации на мукомольных заводах	308
§ 2. Системы управления и автоматизации на крупяных заводах	317
§ 3. Системы управления и автоматизации на комбикормовых заводах	319
Глава XII. Электроснабжение зерноперерабатывающих предприятий	325
§ 1. Общие положения	325
§ 2. Расчет и подбор оборудования для электроснабжения	326
Глава XIII. Вентиляция, водоснабжение и охрана окружающей среды	337
§ 1. Требования к охране окружающей среды	337
§ 2. Вентиляционные установки	340
§ 3. Водоснабжение и канализация	343
Глава XIV. Техничко-экономические показатели строительства и реконструкции зерноперерабатывающих предприятий	345
§ 1. Методика составления сметы на капитальное строительство и реконструкцию	345
§ 2. Техничко-экономические показатели строительства и реконструкции предприятий	349
§ 3. Система автоматизированной разработки сметно-экономической документации	352
Заключение	356
Приложения	358
Список рекомендуемой литературы	365

Учебное издание

МЕРНО ИВАН ТИМОФЕЕВИЧ, ПОГИРНОЙ НИКОЛАЙ ЕВДОКИМОВИЧ,
КАСЬЯНОВ БОРИС ВАЛЕНТИНОВИЧ, ЧАНАР АРНОЛЬД ПЕТРОВИЧ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
С ОСНОВАМИ САПР**

Зав. редакцией Л. М. Богатая
Художественный редактор С. А. Болоболов
Технический редактор Г. Г. Хацкевич
Корректор Л. И. Котова

ИБ № 5413

Сдано в набор 10.03.89. Подписано к печати 29.09.89. Т-03870. Формат 60×88^{1/16}.
Бумага кн.-журнальная Гарнитура Литературная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 22,54. Усл. кр.-отт. 22,54. Уч.-изд. л. 25,57. Изд. № 221. Тираж 5700 экз.
Заказ № 291. Цена 1 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП-6, Москва,
Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Диалозитивы изготовлены в Ярославском полиграфкомбинате Государственного
комитета СССР по печати.
150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

Отпечатано в Моск типографии № 8 Государственного комитета СССР по
печати. 101898, Москва, Хохловский пер., 7. Тип. зак. № 1916.