

Ір. 30к.

САНИТАРНО ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ

УЧЕБНИКИ ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ



САНИТАРНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ

0341
Р-18
УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ
ТЕХНИКУМОВ



САНИТАРНО- ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ

МЯСНАЯ И МОЛОЧНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Допущено Управлением высшего и среднего специального образования Государственного комитета СССР в качестве учебного пособия для учащихся средних специальных учебных заведений по специальности 1705 «Эксплуатация и ремонт оборудования пищевых производств»

2-Е ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ

БИБЛИОТЕКА
Бух. ТИП и ЛП
№ 4/1803



МОСКВА ВО «АГРОПРОМИЗДАТ» 1991

ББК 36.81—4

С 18

УДК 637 : 696(075.3)

Авторы: *И. Ф. Душин, Л. Я. Попенко, А. Н. Ющюс, Ю. Н. Виноградов*

Редактор *Е. Н. Соколова*

Рецензент *Н. И. Байшева* (Торбеевский техникум мясной и молочной промышленности)

Санитарно-технические устройства предприятий (Мясная С18 и молочная промышленность: И. Ф. Душин, Л. Я. Попенко, А. Н. Ющюс, Ю. Н. Виноградов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1991. — 304 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов).

ISBN 5—10—001198—X

Первое издание вышло в 1981 г. Второе издание учебного пособия дополнено сведениями об использовании вычислительной техники.

Изложены основы промышленного строительства. Содержатся сведения о генеральных планах, строительных площадках, объемно-планировочных решениях, а также дана характеристика строительных материалов, конструкций и санитарно-технических устройств.

Для учащихся техникумов мясной и молочной промышленности.

С 3308000000—252
035(01)—91 294—91

ББК 36.81—4

ISBN 5—10—001198—X

© «Легкая и пищевая промышленность»,
1981

© ВО «Агропромиздат», 1991

Мясная и молочная промышленность СССР призвана удовлетворять потребности советского народа в мясных и молочных продуктах, а также обеспечивать создание необходимых продовольственных резервов.

Выполнение этого потребует строительства новых, перевооружения и реконструкции действующих предприятий отрасли. Расширение и реконструкция предприятий широко применяется в мясной и молочной промышленности, так как позволяет успешно решать поставленные правительством задачи по значительному увеличению выпуска продуктов питания при меньших затратах времени и средств. Ввод в действие объектов необходимо осуществлять в нормативные сроки, для чего следует применять индустриальные методы строительства с возведением объектов из элементов заводского изготовления, а инженерное и технологическое оборудование поставлять строящимся и реконструируемым предприятиям комплексно укрупненными блоками.

На предприятиях мясной и молочной промышленности строительные конструкции часто разрушаются от тяжелых эксплуатационных условий, связанных с воздействием на них молочной кислоты, крови, рассола, щелочных составов и других агрессивных сред, поэтому они должны быть химически стойкими или защищенными от разрушения этими средами. Весьма важным является улучшение структуры применяемых строительных материалов, расширение использования эффективных видов металлопроката, пластмасс, смол, полимеров, прогрессивных изделий из древесины, керамических и других неметаллических материалов. Перед вышестоящими организациями поставлена задача — повысить ответственность проектных и строительных организаций за научно-технический уровень строительной продукции, поднять их заинтересованность в проведении технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий; широко внедрять систему автоматизированного проектирования промышленных и гражданских объектов.

Вместе с тем технический уровень строительного производства не в полной мере отвечает современным требованиям и воз-

росшим объемам работ. На стройках нередко применяются малоэффективные конструкции, материалы и изделия, требующие больших затрат труда непосредственно на объектах. Строительно-монтажные организации недостаточно оснащены высокопроизводительной техникой, специализированным автомобильным транспортом, средствами малой механизации и инструментами. Многие предприятия промышленности строительных материалов и строительной индустрии нуждаются в реконструкции и техническом перевооружении. В незначительных количествах применяют в строительстве полимерные и другие конструкционные материалы.

В связи со сказанным намечается существенно нарастить объемы крупнопанельного и объемно-блочного домостроения, выпуск комплектных зданий и сооружений на базе легких металлических и других эффективных конструкций и материалов. Необходимо в 1,5—2 раза увеличить изготовление конструкций на основе профилированного настила и алюминиевых сплавов. Еще более возрастает выпуск прогрессивных материалов и изделий на основе асбестоцемента, ячеистого бетона, гипса, древесины, полимеров. Расширяется производство мобильных зданий инвентарного типа для обустройства строительных площадок, а также комплекта блочных зданий вспомогательного производственного назначения.

Предусмотрены меры по совершенствованию производства минераловатных плит повышенной жесткости и цементно-стружечных плит с изготовлением строительных конструкций и деталей из этих плит на предприятиях, выпускающих эти плиты.

Повышение производительности труда работающих невозможно без создания более благоприятных условий для высокоэффективного труда, улучшения санитарно-гигиенических условий и техники безопасности, повышения культуры производства.

В повышении санитарного уровня производственных помещений в мясной и молочной промышленности особое место занимают санитарно-технические системы и устройства. Водопроводные и канализационные системы обеспечивают подачу и сток воды, необходимой для ведения технологических процессов и создания требуемых санитарно-гигиенических условий. Системы отопления служат для создания нормального температурного режима. Вентиляционные системы позволяют удалить избыточную теплоту, влагу, пыль и газы и тем самым улучшать условия и повышать производительность труда работающих. Требования к температурно-влажностному режиму и чистоте воздуха в помещениях определяются в СССР специальными законами и санитарными нормами.

Перед промышленностью поставлены задачи — повысить эффективность мер по охране труда; шире внедрять малоотходные

и безотходные технологические процессы; развивать комбинированные производства, обеспечивающие полное и комплексное использование природных ресурсов, сырья и материалов, включающие или существенно снижающие вредные воздействия на окружающую среду; более рационально использовать водные ресурсы; повысить эффективность работы очистных сооружений и установок; расширить использование очистных сооружений и установок.

Необходимо усилить охрану атмосферного воздуха, а в этих целях совершенствовать технологические процессы, оборудование и транспортные средства, улучшать качество сырья и топлива, внедрять высокоэффективные установки для очистки промышленных и других выбросов.

Авторы учли замечания и пожелания, высказанные преподавателями техникумов по первому изданию, вышедшему в 1981 г. Во второе издание книги включены такие дополнения, как общие сведения о системах автоматизированного проектирования строительных объектов; новые строительные материалы и конструкции с высокой строительной готовностью; утилизация теплоты систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; общие сведения о системах автоматизированного проектирования этих систем; повторное и обратное водоснабжение; основные сведения об использовании вычислительных машин для расчета водопроводных и канализационных сетей; народнохозяйственное значение защиты окружающей среды и роль в ней систем очистки сточных вод. Учтены новые разделы и главы СНиП и других нормативных документов, отражены изменения в области унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий.

Раздел I

ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Глава 1. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ

§ 1. СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Предприятия мясной и молочной промышленности проектируют на основе схем развития и размещения этой отрасли и производительных сил по экономическим районам и союзным республикам. Содержание, состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации, по которой должно осуществляться строительство новых, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений, установлены строительными нормами и правилами. Проектно-сметная документация на экспериментальное строительство разрабатывается в соответствии с Положением о проектировании и строительстве экспериментальных объектов, утвержденным бывшими Госстроем СССР, Госпланом СССР, Государственным комитетом СССР по науке и технике (ГКНТ) и Госкомтрудом СССР.

Проектирование нового строительства, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений осуществляются на основе решений, принятых в утвержденных технико-экономических обоснованиях (ТЭО) или технико-экономических расчетах (ТЭР) строительства. При проектировании предприятий, зданий и сооружений производственного назначения учитывают решения, принятые в схемах и проектах районной планировки, в генеральных планах городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов, в проектах планировки промышленных зон (районов) городов, а также в схемах генеральных планов групп предприятий с общими объектами (промышленных узлов).

Задание на проектирование составляется заказчиком проекта с участием генерального проектировщика.

В соответствии со СНиП 1.02.01—85 предприятия, здания и сооружения проектируют в одну стадию — рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости — или в две стадии — проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами.

В одну стадию проектируют предприятия, здания и сооружения, которые будут строить по типовым и повторно применяе-

мым проектам, а также технически несложные объекты и объекты технического перевооружения. Другие объекты строительства, в том числе крупные и сложные, проектируют в две стадии.

Разработка рабочих проектов и проектов на строительство предприятий, зданий и сооружений осуществляется на основе утвержденных ТЭО (ТЭР) материалов по выбору площадки для строительства и в соответствии с заданием на проектирование.

В рабочих проектах и проектах с учетом вариантных проработок осуществляют необходимую доработку и детализацию проектных решений, уточняют основные технико-экономические показатели, в том числе стоимость строительства проектируемых предприятий, зданий и сооружений.

Рабочие проекты и проекты необходимо разрабатывать без излишней детализации в составе и объеме, достаточных для обоснования принимаемых проектных решений, определения объемов основных строительно-монтажных работ, потребности в оборудовании, строительных конструкциях, материальных, топливно-энергетических, трудовых и других ресурсах, а также для правильного определения сметной стоимости строительства, имея в виду, что при составлении рабочей документации по отдельным особо сложным объектам проектная организация может осуществлять дополнительные проработки, уточняющие материалы проектов.

Рабочий проект и проект на новое строительство, расширение и реконструкцию действующих предприятий, зданий и сооружений или их очередей состоит из следующих разделов: общая пояснительная записка, генеральный план и транспорт, технологические решения, научная организация труда рабочих и служащих, управление предприятием, строительные решения, организация строительства, охрана окружающей среды, жилищно-гражданское строительство, сметная документация, паспорт рабочего проекта (проекта).

Для определения сметной стоимости проектируемых предприятий, зданий, сооружений или их очередей составляют следующую документацию:

в составе рабочего проекта (при одностадийном проектировании): сводный сметный расчет, сводка затрат, объектные и локальные сметы (при продолжительности строительства до двух лет, а также при строительстве, осуществляемом по типовым и повторно применяемым проектам), объектные и локальные сметные расчеты (при продолжительности строительства свыше двух лет, а на объем работ первого года строительства — объектные и локальные сметы), сметы на проектные и изыскательские работы;

в составе проекта (при двухстадийном проектировании): сводный сметный расчет, сводка затрат, объектные и локальные сметные расчеты, сметы на проектные и изыскательские работы;

в составе рабочей документации: объектные и локальные сметы.

Типовые проекты промышленных зданий привязывают к местным условиям строительства с учетом топографических, геологических, гидрогеологических, климатических особенностей района строительства, т. е. частично их корректируют. В ходе привязки типовых проектов выполняют следующие проектные работы: определяют координаты и отметки частей зданий и сооружений; уточняют глубину заложения фундаментов и размеры их конструктивных решений и подземного хозяйства с учетом гидрогеологических условий; дорабатывают конструкции цокольных и подвальных этажей, а также узлов примыкания к зданиям галерей, эстакад, тоннелей и других сооружений с учетом рельефа местности строительства.

§ 2. ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

До утверждения задания на проектирование при составлении технико-экономического обоснования строительства объекта выбирают площадку для постройки предприятия и проводят на ней технические изыскания.

Место расположения площадки должно обеспечивать возможность соблюдения санитарных и противопожарных норм, применения рациональных решений по водоснабжению, энерго-снабжению, отводу сточных вод, охране водоемов, почвы и атмосферного воздуха от загрязнения сточными водами и промышленными выбросами, а также по наиболее целесообразному расселению работающих данного предприятия и доставке их к месту работы. Под строительную площадку необходимо использовать малоплодородные земли

При наличии двух или нескольких географических точек или площадок в одном географическом пункте до составления окончательных выводов по технико-экономическому обоснованию строительства объекта проводят технические изыскания по каждой площадке для сравнения различных вариантов. В процессе этих изысканий определяют размеры и рельеф площадки, геологические, гидрогеологические и метеорологические данные, а также источники снабжения проектируемого объекта энергией, водой, способы очистки и удаления сточных вод. Кроме того, выявляют наилучшие условия использования железнодорож-

ных, водных и автомобильных путей сообщения, а также условия организации на площадке строительных и монтажных работ — обеспечение энергией, водой в период строительства, обеспечение жильем рабочих, возможность получения местных строительных материалов, готовых строительных элементов, конструкций и т. д.

Проектно-изыскательские работы выполняются соответствующими организациями на основании договоров, заключаемых с ними заказчиком в соответствии с Правилами о договорах на выполнение проектных и изыскательских работ. В роли заказчика, как правило, выступает агропром или входящие в него ведомства, промышленные объединения и предприятия, которые могут распоряжаться средствами, выделяемыми в установленном порядке для выполнения этих работ. Подрядчиком является проектная организация — генеральный проектировщик, которая в необходимых случаях привлекает на договорных началах субподрядные специализированные проектные и изыскательские организации для разработки проектов отдельных зданий и сооружений, частей, разделов проекта и выполнения отдельных видов работ.

Генеральными проектировщиками, как правило, являются Гипромясомолпром или его филиалы в союзных республиках, областях, краях, разрабатывающие в первую очередь технологическую часть проекта.

При размещении предприятий на территории городов проектной организации выдается архитектурно-планировочное задание, составленное исполкомом местного Совета депутатов трудящихся, а также строительный паспорт участка и технический паспорт. В техническом паспорте отражены результаты инженерных и экономических изысканий, проведенных в районе строительства.

Инженерные изыскания ведут по следующим направлениям: топографические — определение рельефа местности, наличия лесов, водных источников, болот, промышленных предприятий, дорог, различных коммуникаций; геологические — установление характера строения и напластования грунтов; гидрогеологические — определение характеристики воды и глубины ее залегания; климатологические — определение температуры и влажности воздуха в различные периоды года, количества атмосферных осадков, направления и скорости ветров.

Проектно-изыскательские работы выполняют с применением современных экономико-математических методов и использованием межотраслевых и отраслевых программных средств для вычислительной техники, систем автоматизированного проектирования и систем обработки информации, способствующих сокращению сроков проектирования и снижению затрат на выпол-

в составе проекта (при двухстадийном проектировании): сводный сметный расчет, сводка затрат, объектные и локальные сметные расчеты, сметы на проектные и изыскательские работы;

в составе рабочей документации: объектные и локальные сметы.

Типовые проекты промышленных зданий привязывают к местным условиям строительства с учетом топографических, геологических, гидрогеологических, климатических особенностей района строительства, т. е. частично их корректируют. В ходе привязки типовых проектов выполняют следующие проектные работы: определяют координаты и отметки частей зданий и сооружений; уточняют глубину заложения фундаментов и размеры их конструктивных решений и подземного хозяйства с учетом гидрогеологических условий; дорабатывают конструкции цокольных и подвальных этажей, а также узлов примыкания к зданиям галерей, эстакад, тоннелей и других сооружений с учетом рельефа местности строительства.

§ 2. ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

До утверждения задания на проектирование при составлении технико-экономического обоснования строительства объекта выбирают площадку для постройки предприятия и проводят на ней технические изыскания.

Место расположения площадки должно обеспечивать возможность соблюдения санитарных и противопожарных норм, применения рациональных решений по водоснабжению, энерго-снабжению, отводу сточных вод, охране водоемов, почвы и атмосферного воздуха от загрязнения сточными водами и промышленными выбросами, а также по наиболее целесообразному расселению работающих данного предприятия и доставке их к месту работы. Под строительную площадку необходимо использовать малоплодородные земли

При наличии двух или нескольких географических точек или площадок в одном географическом пункте до составления окончательных выводов по технико-экономическому обоснованию строительства объекта проводят технические изыскания по каждой площадке для сравнения различных вариантов. В процессе этих изысканий определяют размеры и рельеф площадки, геологические, гидрогеологические и метеорологические данные, а также источники снабжения проектируемого объекта энергией, водой, способы очистки и удаления сточных вод. Кроме того, выявляют наилучшие условия использования железнодорож-

ных, водных и автомобильных путей сообщения, а также условия организации на площадке строительных и монтажных работ — обеспечение энергией, водой в период строительства, обеспечение жильем рабочих, возможность получения местных строительных материалов, готовых строительных элементов, конструкций и т. д.

Проектно-изыскательские работы выполняются соответствующими организациями на основании договоров, заключаемых с ними заказчиком в соответствии с Правилами о договорах на выполнение проектных и изыскательских работ. В роли заказчика, как правило, выступает агропром или входящие в него ведомства, промышленные объединения и предприятия, которые могут распоряжаться средствами, выделяемыми в установленном порядке для выполнения этих работ. Подрядчиком является проектная организация — генеральный проектировщик, которая в необходимых случаях привлекает на договорных началах субподрядные специализированные проектные и изыскательские организации для разработки проектов отдельных зданий и сооружений, частей, разделов проекта и выполнения отдельных видов работ.

Генеральными проектировщиками, как правило, являются Гипромясомолпром или его филиалы в союзных республиках, областях, краях, разрабатывающие в первую очередь технологическую часть проекта.

При размещении предприятий на территории городов проектной организации выдается архитектурно-планировочное задание, составленное исполкомом местного Совета депутатов трудящихся, а также строительный паспорт участка и технический паспорт. В техническом паспорте отражены результаты инженерных и экономических изысканий, проведенных в районе строительства.

Инженерные изыскания ведут по следующим направлениям: топографические — определение рельефа местности, наличия лесов, водных источников, болот, промышленных предприятий, дорог, различных коммуникаций; геологические — установление характера строения и напластования грунтов; гидрогеологические — определение характеристики воды и глубины ее залегания; климатологические — определение температуры и влажности воздуха в различные периоды года, количества атмосферных осадков, направления и скорости ветров.

Проектно-изыскательские работы выполняют с применением современных экономико-математических методов и использованием межотраслевых и отраслевых программных средств для вычислительной техники, систем автоматизированного проектирования и систем обработки информации, способствующих сокращению сроков проектирования и снижению затрат на выпол-

нение работ, повышению производительности труда работников проектно-изыскательских организаций и качества проектно-сметной документации. Разработку проектно-сметной документации по крупным предприятиям и сооружениям (электроснабжение, теплоизоляция, вентиляция, антикоррозионная защита строительных конструкций, изделий и др.) поручают проектным организациям, специализированным по видам работ, а разработку проектов организации строительства выполняют с обязательным участием проектных организаций министерств и ведомств, осуществляющих строительство.

§ 3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА

Генеральный план представляет собой схему (в масштабе 1:1000 или 1:500) проектируемого объекта промышленного комплекса с расположением проектируемых и существующих зданий и сооружений, основными проездами, подъездными железнодорожными путями, озеленением и т. п.

Разработку генеральных планов новых и реконструируемых предприятий и промышленных районов (группы предприятий) ведут в соответствии с главой СНиП II—89—80 «Генеральные планы промышленных предприятий. Нормы проектирования». Кроме того, необходимо соблюдать соответствующие требования глав СНиП, инструкций по разработке схем генеральных планов промышленных узлов и других нормативных документов, утвержденных или согласованных с Госстроем СССР. Условные графические изображения и обозначения на чертежах приведены в приложении 1.

В основу разработки генерального плана закладывают схемы подачи сырья и вывоза готовой продукции. Схемы должны исключать транспортные встречи готовой продукции с сырьем.

Генеральный план предприятия разрабатывают исходя из обеспечения наилучшей организации технологического процесса, применения прогрессивных видов транспорта и рационального использования территории.

Здания и сооружения на генеральном плане размещают с учетом минимальной протяженности наружных коммуникаций (электрокабельных, холодных и горячих трубопроводов, канализационных сетей и т. д.), обеспечивающих технологический процесс в проектируемых зданиях и сооружениях.

Расстояние между зданиями и сооружениями должно отвечать требованиям санитарных норм проектирования промышленных предприятий (СН 245—71), указаний по проектированию предприятий пищевой промышленности (СН 124—72) и СНиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы».

Взаимное расположение зданий и сооружений осуществляется с учетом выделяемых производственных вредностей и розы ветров. Роза ветров представляет собой схему распределения ветров по направлению, повторяемости, а иногда и по скорости ветра.

Промышленные предприятия, выделяющие производственные вредности (газ, дым, копоть, пыль, неприятные запахи и шум), необходимо располагать по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны для господствующих ветров, определяемых по розе ветров. Их отделяют от границ жилых районов санитарно-защитными зонами (разрывами). Господствующее направление ветров принимают по средней розе ветров теплого периода на основе многолетних наблюдений (СНиП 2.01.01—82 «Строительная климатология и геофизика. Основные положения проектирования»).

Санитарно-защитной зоной считают территорию между производственными помещениями, складами и установками, выделяющими производственные вредности, и жилыми, лечебно-профилактическими стационарного типа и культурно-бытового назначения зданиями жилого района.

Санитарно-защитная зона (разрыв) устанавливается в зависимости от класса предприятия. В соответствии с характером производства и технологических процессов, являющихся источником выделения производственных вредностей в окружающую среду, предприятия мясной и молочной промышленности разделены на пять классов:

I класс — заводы по производству клея и технического желатина из остатков кожи, костей и других отходов от переработки животных с хранением готовой продукции на складе и на открытом воздухе, а также заводы по производству удобрений и т. д.;

II класс — заводы костеобжигательные и костемольные, а также предприятия по выработке технического жира мощностью более 30 т продукции в год, скотобазы более чем на 1000 голов скота, бойни, кишечномоечные предприятия, пункты очистки и промывки вагонов после перевозки в них скота;

III класс — предприятия по выработке технического жира мощностью до 30 т продукции в год, скотобазы до 1000 голов скота, бойни мелких животных и птицы;

IV класс — сыродельные заводы, предприятия по производству желатина высшего сорта из свежих костей с минимальным сроком хранения продукции на охлаждаемых складах, по обработке щетины, рогов и копыт, предприятия по производству альбумина, мясокомбинаты и мясохладобойни, включая базы для предубойного содержания скота в пределах до 3 сут;

V класс — молочные, молочноконсервные и маслодельные заводы, холодильники вместимостью более 600 т, колбасные фабрики мощностью более 3 т готовой продукции в смену, мясоперерабатывающие заводы.

Ширина санитарно-защитной зоны для предприятий I класса санитарной классификации 1000 м, II — 500, III — 300, IV — 100, V — 50 м.

Здания и сооружения, располагаемые на генплане, группируются в зоны: сырьевую, основного производства, вспомогательного производства, водопроводных сооружений.

При проектировании мясокомбинатов предусматривается объединение производственных, подсобно-производственных, складских (за исключением складов легковоспламеняющихся материалов) и вспомогательных помещений в следующих укрупненных блоках:

блок основных производств, размещаемых в главном производственном корпусе: мясо-жировой, колбасный и консервный цехи, цех по переработке птицы, холодильное отделение и другие подсобно-производственные помещения, включая помещения предубойного содержания скота, а также вспомогательные бытовые помещения (при одноэтажном решении главного производственного корпуса). При многоэтажном решении вспомогательные бытовые помещения (раздевалки, душевая, санузел, помещения для личной гигиены женщин, помещения для отдыха, здравпункт, Красный уголок и др.) выносят в административно-бытовой корпус;

база для приемки скота с приемными и сортировочными загонами; в отдельных случаях прием и содержание скота при близком расположении их к территории мясокомбината может объединяться с базами концентрации и откорма скота и птицы;

санитарный блок в составе санитарной бойни, карантина, изолятора, конторы приема скота и помещения для санитарной обработки и отдыха проводников скота (карантин в зависимости от климатических условий может располагаться в открытых вагонах).

На предприятиях мощностью до 20 т мяса в смену включительно вместо санитарной бойни устраивают изолированную санитарную камеру, располагаемую в блоке основных производств.

При проектировании предприятий молочной промышленности и холодильников блокируют в одном здании основные и подсобно-производственные цехи, конторские, бытовые и лабораторные помещения, а также склады, за исключением складов легковоспламеняющихся материалов и аммиака.

Разрывы между зданиями и сооружениями должны быть минимальными (не менее 6 м) исходя из условий размещения

проезжих дорог, тротуаров и инженерных сетей, с соблюдением требований санитарных и противопожарных норм.

Внутри территории мясокомбинатов для ограждения пищевых цехов от вредных воздействий предусматривают санитарно-защитные разрывы:

от баз предубойного содержания скота, откорма и предубойного содержания птицы до мест погрузки пищевой продукции (экспедиции холодильника и колбасного завода) — не менее 50 м;

от мест погрузки пищевой продукции до закрытых помещений для скота — не менее 25 м, до складов твердого топлива — не менее 30 м и до зольных площадок — не менее 50 м.

Если здания и сооружения проектируемых предприятий мясной и молочной промышленности относятся к 1-й и 2-й степеням огнестойкости и имеют несгораемые стены и кровли или сгораемые кровли по несгораемому основанию, то противопожарные разрывы между производственными зданиями и сооружениями не нормируются.

В проекте генерального плана предприятия предусматривают озеленение свободной от застройки территории предприятия в виде газонов с посадкой деревьев и кустарников. На магистральных проездах, используемых для массового прохода рабочих, применяют рядовую посадку деревьев и кустарников. Ширину зеленой зоны планируют от 3 до 5 м.

На территории птицекомбинатов выделяют участки — базы предубойного содержания водоплавающей птицы.

Здания и сооружения базы предубойного содержания скота и птицы, котельную, склады твердого топлива, площадки для золы, а также сооружения для очистки сточных вод располагают с подветренной для господствующих ветров стороны по отношению к производственным зданиям. Помещения и сооружения для предубойного содержания скота и птицы не должны находиться с подветренной стороны по отношению к карантину, изолятору и санитарной бойне.

Для хранения топлива, тары, строительных материалов на территории предприятий предусматривают склады, навесы или специально отведенные площадки.

Территорию предприятия ограждают забором. Базу предубойного содержания скота отделяют от остальной территории мясокомбината.

На территории предприятий главный въезд, основные дороги для движения скота, скотоприемные и птицеприемные площадки, открытые загоны, навесы для скота и птицы, погрузочно-разгрузочные площадки асфальтируют.

Стены охлаждаемых зданий и помещений ориентируют на северо-восточную и северную стороны. Разрывы между зданиями

ми, освещенными через оконные проемы, принимают не менее наибольшей высоты до карниза противостоящих зданий.

Ширину колен железнодорожных путей принимают 1524 мм. При проектировании железнодорожных платформ, предусматриваемых на мясоперерабатывающих заводах, рекомендуется устраивать их закрытыми — типа дебаркадера.

Водопроводные сооружения предусматривают в зависимости от характера принятых источников водоснабжения:

при источнике водоснабжения от городских сетей — противопожарный резервуар;

при источнике водоснабжения от артезианских скважин (две артезианские скважины — одна рабочая и одна резервная) — водонапорная башня, насосная и противопожарный резервуар.

Котельную, работающую на твердом топливе, обеспечивают площадками для топлива, шлака или золы; на жидком топливе — подземными резервуарами с насосной станцией; на газе — подземной емкостью для резервного жидкого топлива.

При расположении водозаборных сооружений (артезианских скважин, шахтных колодезев) на территории мясокомбинатов предусматривают расстояние от помещений и сооружений скотобазы не менее 50 м. Резервуары для воды могут размещаться в охранной зоне водозаборных сооружений. В этом случае охранный зона должна быть не менее 15 м, считая от стенки резервуара до границы зоны.

На территории мясокомбината предусматривают песколовку и жироловку для очистки производственных вод, содержащих жир. Расстояние от жироловки до производственных корпусов не нормируют и защитную зону около нее не устраивают. Расстояние от самостоятельных очистных сооружений до зданий жилых кварталов и пищевых цехов должно быть не менее 300 м. Расстояние от станций перекачки сточной жидкости до пищевых цехов (мясо-жирового, первичной переработки птицы, колбасного и консервного, кухни и столовой) принимают не менее 50 м, до прочих производственных административно-конторских и бытовых помещений — не менее 25 м.

При площади территории предприятия до 5 га количество въездов на территорию предусматривают не более двух (основной и запасной). Ширину ворот въезда принимают не менее 4,5 м.

Ширина автодорог одностороннего проезда — 4,5 м, двухстороннего — 7,0 м; разворотные площадки для автомобилей — не менее 12×12 м. Радиусы поворотов автомобильных дорог внутри территории предприятия принимают не менее 6 м, а в местах сопряжения их с городскими и магистральными проездами — не менее 10 м.

Поток пешеходов не должен пересекаться с потоком автома-

шин. Тротуары изолируют от проезжей части разделительной полосой шириной 3—5 м с рядовой посадкой деревьев и кустарников; в этой полосе размещают обычно сети подземных коммуникаций. Минимальная ширина тротуара составляет 1,5 м.

Технико-экономические показатели генерального плана зависят от площади территории, измеряемой в гектарах, коэффициентов застройки и использования участка.

Коэффициент застройки — это отношение площади, занимаемой зданиями и крытыми сооружениями, к площади всего участка. Для предприятий мясной промышленности его принимают равным 0,4—0,42. Увеличение его связано с сокращением затрат на строительство и эксплуатацию сетей инженерных коммуникаций, транспортных путей и на благоустройство территорий. Для предприятий молочной промышленности коэффициент застройки принимают в пределах 0,36—0,45.

Коэффициент использования участка — это отношение площади, на которой расположены здания, сооружения и устройства, включая дороги (рельсовые и безрельсовые), склады (открытые и закрытые), к площади всего участка; для мясных и молочных предприятий его принимают равным 0,4—0,55.

Площадь озеленения принимают от 10 до 20% общей территории предприятия.

§ 4. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

В практике проектирования предприятий мясной и молочной промышленности для сравнительно небольших городов находят еще применение проекты генеральных планов отдельных предприятий без объединения их в промышленные узлы. Ниже приведены примерные схемы типовых генеральных планов мясокомбината и молочного завода для пояснения основных принципов их проектирования.

При разработке генерального плана предусматривают функциональное зонирование площадки с учетом возможного расширения предприятия в будущем. На рис. 1 представлен пример зонирования территории мясокомбината мощностью 50 т мяса в смену. В первой зоне, предзаводской, размещены административно-бытовой корпус с общезаводской столовой, стоянка автомашин, площадка отдыха и спортивных игр. Эти объекты, имеющие общее назначение, размещают вдоль магистрального проезда со стороны главного людского потока. Вторая зона, производственная, расположена в центральной и правой частях площадки. В ней размещены все производственные и подсобно-производственные здания и сооружения — мясо-жировой корпус, холодильник, мясоперерабатывающий корпус, весовая, водопроводные сооружения. Третья зона — зона складского и

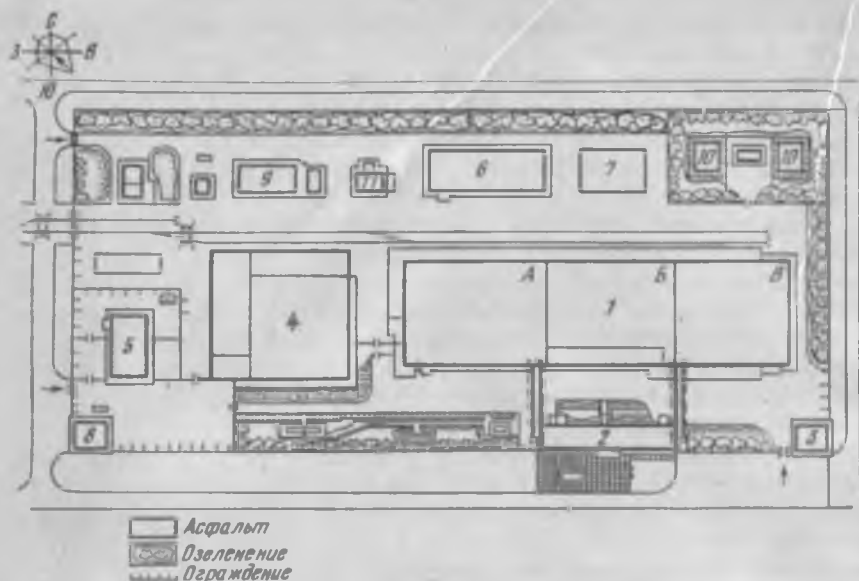


Рис. 1. Генеральный план типового одноэтажного мясокомбината мощностью 50 т в смену:

1 — главное производственное здание: А — мясо-жировой корпус; Б — холодильник; В — мясоперерабатывающий корпус; 2 — административно-бытовой корпус; 3 — весовая (12×12 м); 4 — цех предубойного содержания скота с приемными загонами (60××66 м); 5 — контора, карантин-изолятор и санитарная бойня (18×24 м); 6 — блок подсобных цехов; 7 — навес для материалов (24×30 м); 8 — пункт мойки и дезинфекции автомашин (12×18 м); 9 — котельная (12××24 м); 10 — резервуары для воды (12××12 м); 11 — пескостружка-жироловка (9××12 м)

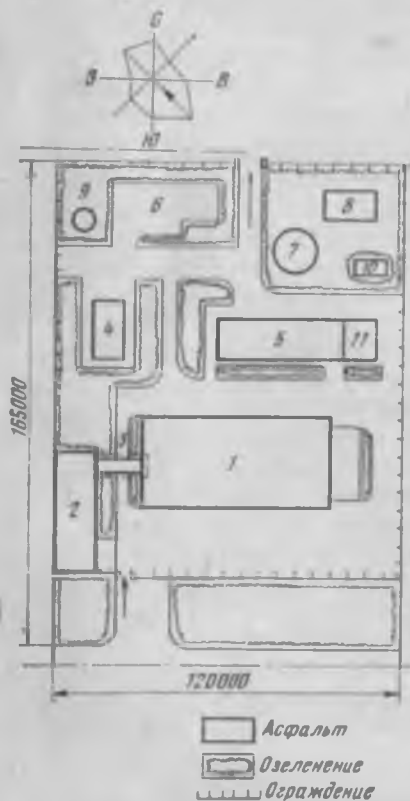


Рис. 2. Генеральный план городского молочного завода мощностью 100 т переработки молока в смену:

1 — производственный корпус; 2 — административно-бытовой корпус; 3 — галерея; 4 — котельная (12×24 м); 5 — вспомогательный корпус; 6 — открытая складская площадка; 7 — резервуар для повторного использования воды (Ø 14 м); 8 — блок складов (9×18 м); 9 — резервуар для сыворотки (Ø 6 м); 10 — градирня (6×12 м); 11 — навес для тары (12×12 м)

энергетического хозяйства расположена так же, как и основная производственная зона, вдоль подъездных железнодорожных путей. Здесь размещены блок подсобных цехов, площадка для материалов, котельная. В четвертой зоне — зоне приема и предубойного содержания скота, расположенной в левой части площадки вблизи подъездного железнодорожного пути, размещены корпус предубойного содержания скота, санитарная бойня, приемные загоны для скота, пункт мойки и дезинфекции машин.

Все эти зоны и входящие в них здания и сооружения располагают на генеральном плане с учетом характера выделяемых ими вредных веществ и господствующего направления ветров, устанавливаемого по розе ветров. Так, на рис. 1 господствующим направлением ветров является юго-восточное. При этом направлении ветра воздух будет сначала омыwać административно-бытовой и главный производственный корпуса, а затем уже попадать на зоны, где расположены котельная, корпус предубойного содержания скота и санитарная бойня. Административно-бытовой, мясоперерабатывающий, мясо-жировой и холодильный корпуса соединены между собой переходными галереями. Это обеспечивает кратчайшие и безопасные пути массового передвижения людей по территории предприятия. Ввод железнодорожных путей запроектирован в зоны складского и энергетического хозяйства и в производственную зону для подачи сырья и отправки товарных грузов, а основной автомобильный въезд — с противоположной стороны от железнодорожного ввода. Кроме того, по всей длине зданий и сооружений обеспечен подъезд пожарных автомобилей, а при ширине зданий более 18 м такой подъезд обеспечен с двух сторон.

На рис. 2 представлена схема генерального плана типового молочного завода мощностью 100 т молока в смену с холодильником вместимостью 1000 т. Безопасность перехода людей из административно-бытового корпуса в производственный обеспечивается устройством галерей. Все технологические цехи по производству молочных продуктов размещены в одном производственном корпусе, расположенном в центральной части площадки, за ним находится вспомогательный корпус (как правило, мастерские). В соответствии с господствующим юго-восточным направлением ветров котельная, склады топлива, аммиака, серной кислоты, т. е. сооружения, имеющие повышенную пожарную опасность и выделяющие вредные вещества, расположены с подветренной стороны относительно главного и вспомогательного производственных корпусов. Также с подветренной стороны размещена вентиляторная, градирия. И наоборот, административно-бытовой корпус расположен с наветренной стороны относительно других зданий и сооружений.

Основным технико-экономическим показателем генерального плана является плотность застройки, характеризующая коэффициентом застройки. В примерной схеме (см. рис. 2) он равен 0,36, в то время как в промышленных узлах составляет не менее 0,45. Большое внимание при разработке генеральных планов уделяется озеленению территории предприятия для защиты зданий от пыли, газов и шума, пожарной безопасности, а также в декоративных целях.

§ 5. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ И УЗЛОВ

Одним из важнейших направлений интенсификации промышленного строительства является повышение уровня специализации и кооперирования предприятий по основным и вспомогательным производствам, усиление процессов интеграции, что наиболее эффективно можно осуществить в промышленных узлах и территориально-производственных комплексах. В промышленные узлы можно включать расширяемые, реконструируемые и технически перевооружаемые предприятия. Поэтому проектируемые предприятия следует размещать в составе группы родственных по характеру производства предприятий (промышленного района). Несколько промышленных районов образуют промышленный узел.

Строительство группы предприятий в составе промышленных узлов с общими коммуникациями, инженерными сооружениями и вспомогательными производствами, а в последнее время с кооперированием основных производств, единой системой бытового обслуживания работающих и их семей, рациональным решением архитектурно-планировочных и градостроительных задач имеет неоспоримые преимущества и значительный экономический эффект по сравнению со строительством отдельных стоящих предприятий.

Однако общее число предприятий, размещаемых в промышленных узлах в целом по СССР, не превышает 12% вновь строящихся объектов. Практика строительства Литовской ССР и Белорусской ССР показывает, что этот процент может быть существенно выше.

Групповое размещение предприятий позволяет наиболее полно решить вопросы охраны окружающей среды, оптимального решения зоны размещения непромышленных предприятий, а также ряд градостроительных задач. Промышленные узлы могут кооперироваться не только по объектам вспомогательного назначения (водоснабжение, канализация, транспорт, тепло-снабжение и др.), но и по основному производству (технологическая кооперация). Естественно, что такое кооперирование предпочтительнее, так как при этом ликвидируется полностью

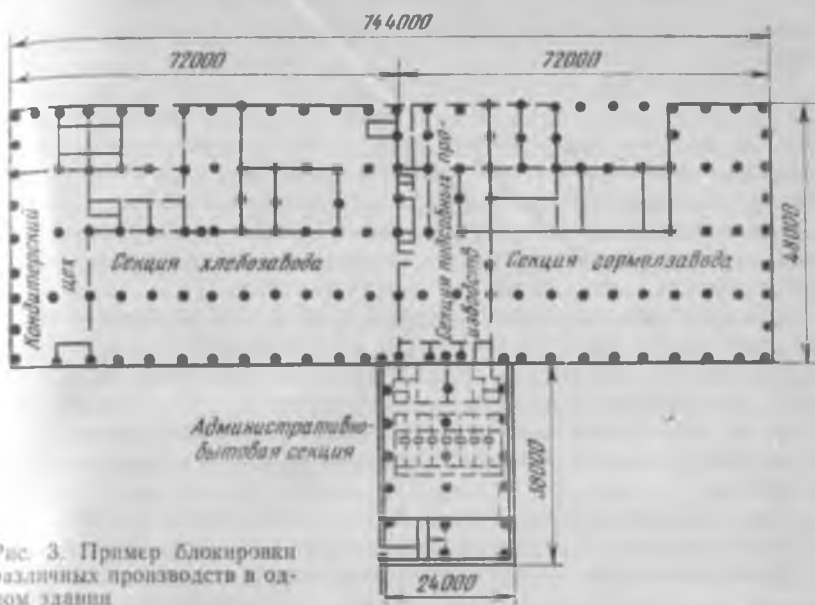


Рис. 3. Пример блокировки различных производств в одном здании

или сокращается транспортирование сырья или полуфабрикатов и в конечном итоге снижается себестоимость выпускаемой в промышленном узле продукции.

При размещении на территории промышленного района предприятий с родственными технологическими процессами стремятся к объединению их в одном здании, если это не противоречит пожарным и санитарно-гигиеническим требованиям. Это позволяет сократить размеры заводской территории, уменьшить объемы строительных работ, снизить стоимость строительства, создать благоприятные условия для использования отходов одного производства в технологическом процессе другого.

На рис. 3 представлен пример размещения «под одной крышей» хлебопекарного, городского молочного завода, кондитерского цеха и административно-бытовых помещений, образующих пищевой блок.

Еще большее число пищевых предприятий объединено в построенном в г. Геленджике комплексе пищевых предприятий. В него вошли молочный завод мощностью 25—30 т перерабатываемого молока в смену; холодильник вместимостью 1600 т с морозильной камерой вместимостью 16 т; овощехранилище вместимостью 3700 т; хлебопекарный завод мощностью 60 т в сутки; пивоваренный завод мощностью 350 дкл в год с цехом безалкогольных напитков мощностью 150 тыс. дкл в год; комбинат по-

луфабрикатов мощностью 15 т перерабатываемого сырья в сутки.

Блокировка шести предприятий в двух корпусах, размещенных на одной площадке, объединение и укрупнение вспомогательных производств, сокращение путей внутривозовского и внешнего транспорта, инженерных коммуникаций, сокращение количества зданий и сооружений позволили более рационально и экономично разместить эти предприятия и получить более высокие технико-экономические показатели по сравнению с размещением предприятий на отдельных участках.

Комплекс предприятий торговли и пищевой промышленности в г. Нижневартовске сформирован из хлебозавода, молокозавода, пивзавода, винзавода, фабрики полуфабрикатов, холодильника, промтоварной базы и овощехранилища. Все восемь производств размещены в двух одноэтажных зданиях. При привязке соответствующих типовых проектов пришлось бы построить 21 здание.

Мясо-молочный комбинат в г. Нижневартовске размещен в четырех зданиях и сформирован из двух производств — мясоперерабатывающего и молочного заводов. В соответствии с типовыми проектами этих предприятий необходимо было бы построить 11 зданий.

Промышленно-коммунальная зона в г. Усть-Илимске сформирована из пяти многоэтажных комплексов, объединяющих 14 предприятий пищевой промышленности, торговли и коммунально-бытового обслуживания. Количество зданий на этом объекте удалось уменьшить с 43 до 21.

Промышленно-коммунальная зона г. Старый Оскол состоит из комплексов предприятий торговли, пищевой промышленности, автотранспортных предприятий, предприятий коммунального обслуживания и общеузеловых объектов. Вместо 47 зданий по типовым проектам было запроектировано 22.

Расчеты показывают, что в целом создание комплексов предприятий на основе блокирования зданий, располагаемых в промышленно-коммунальных зонах, обеспечивает снижение удельных капитальных вложений в строительную часть объектов на 8—10%, сокращение территории, отводимой для строительства, на 30—40%, уменьшение эксплуатационных затрат на 15—20%.

§ 6. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

В настоящее время намечено обеспечить поступательный рост экономики путем концентрации капитальных вложений на главных направлениях, и прежде всего на реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий.

Техническая необходимость реконструкции вызвана ускоренным моральным старением и физическим износом активной и пассивной частей основных фондов. Срок морального старения оборудования в условиях ускорения темпов научно-технического прогресса составляет 7—8 лет. Нормативный срок эксплуатации зданий обычно 80—100 лет. Таким образом, промышленные здания в период эксплуатации должны претерпевать 10—12-кратное обновление технологического оборудования, которое обычно вызывает изменения в объемно-планировочных решениях цехов.

При реконструкции выполняется комплекс работ по строительству и расширению вспомогательных объектов, замене морально устаревшего и физически изношенного оборудования, а также по устранению диспропорций между технологическими подразделениями предприятия.

В результате этого обеспечивается улучшение качества продукции и увеличение производственной мощности с лучшими технико-экономическими показателями по сравнению с новым строительством и расширением аналогичных предприятий. Реконструкция предприятий позволяет увеличить выпуск продукции без расширения производственных площадей, с меньшими затратами и в более короткие сроки по сравнению с новым строительством.

В генеральных планах предприятий и промышленных узлов должна быть предусмотрена возможность расширения и реконструкции предприятий за счет использования свободных (резервных) участков на строительной площадке, повышения этажности; занятия резервных участков за пределами площадки с учетом возможного развития прилегающего населенного пункта.

Примером реконструкции предприятий мясо-молочной промышленности может служить Пылваский комбинат молочных продуктов в Эстонии. На комбинате значительно увеличена мощность действующего предприятия. Это стало возможным в связи с возросшим объемом заготовок и закупок молока в Эстонии. Первоначальная мощность комбината составляла 100 т переработки молока в смену, с выработкой 12 т цельномолочной продукции, 4,5 т сливочного масла и 1,8 т сухого обезжиренного молока. В результате реконструкции, без остановки производства, мощность по переработке молока возросла со 100 до 410 т в смену, в том числе по выпуску сухих молочных продуктов до 15 т, или в 6,5 раза, цельномолочной продукции до 21 т, или в 1,75 раза, сливочного масла до 16,5 т, или в 3,8 раза. Ассортимент сухих молочных продуктов составляют: обезжиренное молоко, заменитель цельного молока, казеинат натрия и сыворотка.

В основу проекта реконструкции комбината положена современная технология на базе новейшего (преимущественно отечественного) оборудования с механизацией трудоемких операций с полной автоматизацией технологических процессов. Проведена максимальная блокировка производств — все цехи основного и вспомогательного производств размещены в пределах одного главного производственного корпуса. Экономический эффект составил 70 тыс. руб. и ежегодная экономия электроэнергии 600 тыс. кВт·ч. Производственные мощности комбината освоены за 7 мес вместо 16 по нормативу, что дало экономический эффект 80 тыс. руб. Фактическая стоимость реконструкции составила 3,1 млн. руб., т. е. в 2,7 раза меньше стоимости строительства нового комбината такой же мощности. При реконструкции применяли крупноблочный монтаж оборудования, монтажные работы вели параллельно с общестроительными. Пылвасский молочный комбинат стал самым крупным в СССР производителем сухих молочных продуктов и сливочного масла. Осуществленные мероприятия по производственной санитарии, защите природной и окружающей среды удовлетворяют требованиям, предъявляемым санитарными органами и водной инспекцией.

§ 7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Автоматизация проектирования как самостоятельное научно-техническое направление появилась сравнительно недавно, и процесс ее становления продолжается и в настоящее время.

Цель автоматизации — повысить качество, снизить материальные затраты, сократить сроки проектирования и уменьшить количество работников, занятых проектированием. Под автоматизацией проектирования обычно понимают систематическое применение ЭВМ в процессе проектирования при научно обоснованном распределении функций между проектировщиком и ЭВМ и при обоснованном выборе методов машинного решения задач.

Научно обоснованное распределение функций между человеком и ЭВМ подразумевает, что человек должен решать задачи, носящие творческий характер, а ЭВМ — задачи, удовлетворяющие требованиям возможности алгоритмизации и большей эффективности исполнения алгоритма на ЭВМ по сравнению с другим решением.

ЭВМ можно использовать не только как средство проектирования, но и как партнера по выполнению проектной работы. А это меняет многие традиционные представления об организа-

ции проектирования. В настоящее время уже ни у кого не вызывает сомнения, что за автоматизацией проектирования большое будущее. Но путь в это будущее лежит через решение многих научных и технических проблем. И не случайно, что автоматизация проектирования стала рассматриваться как новое научное направление. Оно находится на стыке различных научных дисциплин, и в этом его особенность.

Решительное ускорение научно-технического прогресса в проектировании достигается применением *систем автоматизированного проектирования (САПР)*, основными частями которых являются технические средства, общее и специальное программное и математическое обеспечение. Часто к отдельным частям САПР относят информационное обеспечение — банк данных, включающий различного рода справочные каталоги, значения параметров, сведения о типовых решениях и т. п.

В САПР решение задач обеспечивается совокупностью программ общего и специального программного обеспечения, которые разрабатываются специалистами по САПР. Разработанные программы применяют многократно в различных ситуациях, возникающих при проектировании многих объектов. Несмотря на это, знание методов и алгоритмов, реализованных в программах САПР, желательно для пользователя САПР. Эти знания помогут избежать многих ошибок в формулировке задач, назначении исходных данных, интерпретации результатов.

САПР конкретных отраслей имеет свою специфику, однако ряд основополагающих положений САПР имеет достаточно общий характер, например принципы построения общего и специального программного обеспечения, формирование типовых взаимосвязанных задач и программ, организация взаимодействия пользователя и ЭВМ, подходы к получению математических моделей проектируемых объектов и т. д.

В развитии автоматизированного проектирования можно выделить несколько стадий.

Первая стадия характеризуется использованием ЭВМ в архитектурно-строительном проектировании, когда с помощью частных программ рассчитывали отдельные элементы и части зданий. В то время, в начале 50-х годов, использование ЭВМ для решения проектных задач осуществлялось по известной схеме, применяемой и сейчас во многих случаях решения отдельных, не связанных между собой задач исследовательского характера. Эта схема включает математическую формулировку задачи, выбор численных методов решения, разработку алгоритма, запись программы на алгоритмическом языке, кодирование исходных данных, перфорацию, отладку программы, решение задачи, обработку результатов — построение графиков, таблиц, чертежей и т. п.

Большой объем неавтоматизированных работ, по своему характеру непривычных для проектирования, требовал специальной подготовки, большого терпения и особой аккуратности, и поэтому применение ЭВМ не могло носить массового характера.

Попытки применения ЭВМ для проектирований, как правило, предпринимались в отношении задач, уже имевших четко выраженный расчетный характер. При этом в программах реализовывались отработанные в инженерной практике расчетные методики — методики, ориентированные на ручной режим. Подобное использование ЭВМ не вносило ничего принципиально нового в процесс проектирования и не могло дать качественных сдвигов в совершенствовании этого процесса. Такое использование ЭВМ можно рассматривать лишь как низшую ступень развития автоматизированного проектирования.

Вторая стадия характеризуется разработкой математических моделей, методов и алгоритмов, уже в достаточной степени учитывающих возможности ЭВМ и позволяющих повысить точность, универсальность, степень оптимальности получаемых результатов. На этой стадии развития автоматизированного проектирования были проведены работы по алгоритмизации многих задач, которые до этого не имели расчетного характера, например задачи изготовления чертежей, проведения трасс, компоновки и размещения элементов в блоках и др. Однако используемые при этом технические средства и программы не были объединены в единую проектирующую систему.

На третьей стадии устранение отдельных недостатков основано на системном подходе к решению проблем проектирования с помощью ЭВМ, т. е. на создании и внедрении систем автоматизированного проектирования, объединяющих технические средства и математическое обеспечение, параметры и характеристики которых выбирают с максимальным учетом особенностей задач инженерного проектирования. В 1960 г. были разработаны «Основные положения автоматизированной системы проектирования объектов строительства» (АСПОС).

В 70-х годах началась аналогичная работа в области сельскохозяйственного строительства и в других отраслях народного хозяйства. Для унификации отраслевых систем была разработана «Система автоматизации проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства (САПР)».

В соответствии с межотраслевой терминологией АСПОС стала называться «Система автоматизированного проектирования объектов строительства» (САПР—ОС). В САПР решают не только отдельные задачи, но и большинство взаимосвязанных между собой задач, причем в отличие от предыдущего уровня развития теперь не требуется при переходе к новой за-

даче вручную перекомпоновывать данные — результаты решения одной задачи система автоматически представляет в форме, необходимой для использования в другой задаче.

САПР состоит из нескольких составных частей, называемых техническим, математическим, программным, лингвистическим, информационным, методическим и организационным обеспечением, параметры и характеристики которых выбирают с учетом особенностей задач инженерного проектирования.

Техническое обеспечение включает в себя технические средства (ЭВМ, периферийное оборудование), с помощью которых решаются задачи проектирования.

Математическое обеспечение представляется математическими моделями, методами и алгоритмами для решения проектных задач.

Программное обеспечение — это совокупность программ для реализации автоматизированного проектирования. Программное обеспечение может быть специальным и общим. Специальное программное обеспечение включает в себя пакеты прикладных программ (ППП), предназначенных для решения конкретных проектных задач. Общее программное обеспечение предназначено для управления вычислительным процессом в САПР и подготовки программ из ППП к исполнению на ЭВМ.

В общем программное обеспечение входят операционные системы ЭВМ, функционирующие в САПР, а также программы, не входящие в состав операционных систем, но выполняющие сходные функции (управление заданиями, данными, редактирование, трансляция и т. п.) в конкретной САПР.

Лингвистическое обеспечение выражается совокупностью языковых средств, используемых в САПР. В лингвистическое обеспечение входят общеизвестные алгоритмические языки, используемые для данной программы САПР, и входные языки, служащие для описания объектов проектирования и заданий на выполнение проектных процедур. Входные языки представляют для использования САПР наибольший интерес, определяя удобства общения инженера с ЭВМ в процессе проектирования.

В строительном проектировании наиболее широкое распространение получили процедурно-ориентированные языки ФОРТРАН, АЛГОЛ, КОБОЛ. В настоящее время одним из наиболее мощных средств программирования широкого класса задач стал язык ПЛ/1, сочетающий наиболее ценные свойства ФОРТРАНа, АЛГОЛа и КОБОЛа.

Информационное обеспечение — совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования. Основную часть информационного обеспечения составляет база

данных — информационные массивы, используемые более чем в одной программе проектирования. База данных в процессе проектирования должна пополняться, в ней возможны корректировка содержимого, стирание устаревших и ненужных сведений и т. п. Должна быть обеспечена также защита данных от неправильных изменений. Все перечисленные функции по работе с базой данных обеспечиваются системой управления базой данных (СУБД). База данных вместе с СУБД называется банком данных.

Методическое и организационное обеспечение представляет собой совокупность документов, устанавливающих состав и правила функционирования средств САПР и подразделений проектного предприятия.

Ввиду большой сложности и трудоемкости работ по созданию САПР структура и процесс ее разработки строго регламентированы многочисленными государственными и отраслевыми стандартами. Основными общепромышленными стандартами являются следующие:

ГОСТ 22487—77 «Проектирование автоматизированное. Термины и определения»;

ГОСТ 23501.0—79 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения»;

ГОСТ 23501.1—79 «Системы автоматизированного проектирования. Стадии создания»;

ГОСТ 23501.6—80 «Системы автоматизированного проектирования. Технический проект»;

ГОСТ 23501.3—79 «Системы автоматизированного проектирования. Разработка, согласование и утверждение технического предложения»;

ГОСТ 23501.5—80 «Системы автоматизированного проектирования. Эскизный проект»;

ГОСТ 23501.10—81 «Системы автоматизированного проектирования. Виды и комплектность документов»;

ГОСТ 23501.2—79 «Системы автоматизированного проектирования. Разработка, согласование и утверждение технического задания»;

ГОСТ 23501.11—81 «Системы автоматизированного проектирования. Рабочий проект»;

ГОСТ 23501.9—80 «Системы автоматизированного проектирования. Общие требования к техническому обеспечению»;

ГОСТ 23501.14—81 «Системы автоматизированного проектирования. Изготовление, отладка и испытания»;

ГОСТ 23501.15—81 «Системы автоматизированного проектирования. Ввод в действие. Руководство по вводу в действие САПР»;

ГОСТ 23501.4—79 «Системы автоматизированного проектирования. Общие требования к программному обеспечению САПР».

Возможные эффекты автоматизации проектирования — снижение его стоимости, сокращение сроков и повышение качества. Очевидно, что все это взаимосвязано и влияет друг на друга. Возникает вопрос: каким конкретно должен быть эффект автоматизации проектирования, на улучшение каких показателей должно быть направлено создание САПР? Для того чтобы правильно ответить на этот вопрос, необходимо учитывать следующее.

Проектирование — лишь один из этапов цикла технических систем, в который входят также этапы производства и эксплуатации. Во многих случаях затраты на проектирование, как бы значительны они ни были, оказываются лишь небольшой составляющей в общей стоимости цикла. Снижение стоимости проектирования в ущерб его качеству может обернуться здесь огромными убытками для народного хозяйства, а снижение стоимости проектирования при неизменном его качестве — дать экономический эффект, который в сравнении со стоимостью цикла технической системы будет просто незаметным. Одним из способов повышения качества проектирования является вариантная разработка проектов. Опыт автоматизированного проектирования в строительстве показывает, что за счет проработки не одного, а 5—10 вариантов проекта удается улучшить характеристики технических систем на 10—15%.

Таким образом, можно сделать вывод, что именно повышение качества проектирования и есть то, на что должна быть нацелена САПР. И путь к этому лежит через вариантную проработку проектов. Для реализации такой проработки без существенного увеличения сроков и стоимости проектирования необходимо повышать производительность труда проектировщиков.

Разработка САПР представляет собой крупную научно-техническую проблему, внедрение САПР требует значительных капиталовложений. В настоящее время уже создан ряд САПР: системы, функционирующие в радиопромышленности, электронной промышленности, машиностроении, строительстве и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какой нормативный документ регламентирует состав, порядок разработки и утверждения проектно-сметной документации?
2. Какие сведения содержит задание на проектирование и кто его разрабатывает?
3. Какие существуют стадии проектирования и в каких случаях их изменяют?

данных — информационные массивы, используемые более чем в одной программе проектирования. База данных в процессе проектирования должна пополняться, в ней возможны корректировка содержимого, стирание устаревших и ненужных сведений и т. п. Должна быть обеспечена также защита данных от неправильных изменений. Все перечисленные функции по работе с базой данных обеспечиваются системой управления базой данных (СУБД). База данных вместе с СУБД называется банком данных.

Методическое и организационное обеспечение представляет собой совокупность документов, устанавливающих состав и правила функционирования средств САПР и подразделений проектного предприятия.

Ввиду большой сложности и трудоемкости работ по созданию САПР структура и процесс ее разработки строго регламентированы многочисленными государственными и отраслевыми стандартами. Основными общеотраслевыми стандартами являются следующие:

ГОСТ 22487—77 «Проектирование автоматизированное. Термины и определения»;

ГОСТ 23501.0—79 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения»;

ГОСТ 23501.1—79 «Системы автоматизированного проектирования. Стадии создания»;

ГОСТ 23501.6—80 «Системы автоматизированного проектирования. Технический проект»;

ГОСТ 23501.3—79 «Системы автоматизированного проектирования. Разработка, согласование и утверждение технического предложения»;

ГОСТ 23501.5—80 «Системы автоматизированного проектирования. Эскизный проект»;

ГОСТ 23501.10—81 «Системы автоматизированного проектирования. Виды и комплектность документов»;

ГОСТ 23501.2—79 «Системы автоматизированного проектирования. Разработка, согласование и утверждение технического задания»;

ГОСТ 23501.11—81 «Системы автоматизированного проектирования. Рабочий проект»;

ГОСТ 23501.9—80 «Системы автоматизированного проектирования. Общие требования к техническому обеспечению»;

ГОСТ 23501.14—81 «Системы автоматизированного проектирования. Изготовление, отладка и испытания»;

ГОСТ 23501.15—81 «Системы автоматизированного проектирования. Ввод в действие. Руководство по вводу в действие САПР»;

ГОСТ 23501.4—79 «Системы автоматизированного проектирования. Общие требования к программному обеспечению САПР».

Возможные эффекты автоматизации проектирования — снижение его стоимости, сокращение сроков и повышение качества. Очевидно, что все это взаимосвязано и влияет друг на друга. Возникает вопрос: каким конкретно должен быть эффект автоматизации проектирования, на улучшение каких показателей должно быть направлено создание САПР? Для того чтобы правильно ответить на этот вопрос, необходимо учитывать следующее.

Проектирование — лишь один из этапов цикла технических систем, в который входят также этапы производства и эксплуатации. Во многих случаях затраты на проектирование, как бы значительны они ни были, оказываются лишь небольшой составляющей в общей стоимости цикла. Снижение стоимости проектирования в ущерб его качеству может обернуться здесь огромными убытками для народного хозяйства, а снижение стоимости проектирования при неизменном его качестве — дать экономический эффект, который в сравнении со стоимостью цикла технической системы будет просто незаметным. Одним из способов повышения качества проектирования является вариантная разработка проектов. Опыт автоматизированного проектирования в строительстве показывает, что за счет проработки не одного, а 5—10 вариантов проекта удается улучшить характеристики технических систем на 10—15%.

Таким образом, можно сделать вывод, что именно повышение качества проектирования и есть то, на что должна быть нацелена САПР. И путь к этому лежит через вариантную проработку проектов. Для реализации такой проработки без существенного увеличения сроков и стоимости проектирования необходимо повышать производительность труда проектировщиков.

Разработка САПР представляет собой крупную научно-техническую проблему, внедрение САПР требует значительных капиталовложений. В настоящее время уже создан ряд САПР: системы, функционирующие в радиопромышленности, электронной промышленности, машиностроении, строительстве и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какой нормативный документ регламентирует состав, порядок разработки и утверждения проектно-сметной документации?
2. Какие сведения содержит задание на проектирование и кто его разрабатывает?
3. Какие существуют стадии проектирования и в каких случаях их изменяют?

4. Какие возникают вопросы при разработке рабочих проектов и проектов?
5. Какие задачи решают при привязке к местным условиям типовых проектов?
6. Какие основные требования предъявляются при выборе площадки для строительства предприятия?
7. Как проводят проектно-изыскательские работы?
8. Что такое генеральный план промышленного предприятия и на основе каких документов он разрабатывается?
9. Что такое роза ветров, на основе какого документа она строится?
10. Что такое санитарно-защитная зона, какой размер имеет эта зона для предприятий различного назначения?
11. Как осуществляется зонирование территории проектируемых предприятий?
12. Что такое промышленный район и промышленный узел?
13. Назовите основные достоинства реконструкции предприятий.
14. Что такое автоматизация проектирования?
15. Назовите основные составляющие части САПР.
16. Какие задачи решает САПР?
17. В чем заключается эффективность применения САПР?

Глава 2. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

§ 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Всякую законченную постройку называют сооружением. Сооружения, имеющие в своем составе помещения, предназначенные для выполнения человеком каких-либо производственных, культурно-общественных, административно-хозяйственных, бытовых или других функций, относят к зданиям. Сооружения, не имеющие таких помещений (мосты, водонапорные башни, канализационные сети и др.), относят к инженерным сооружениям. Здания и сооружения классифицируют по следующим признакам: назначению, этажности, материалу наружных стен, размерам элементов, из которых возведены стены, температурно-влажностному режиму, конструктивным схемам, форме в плане, числу и расположению пролетов. Кроме того, здания и сооружения классифицируют по их капитальности, долговечности, огнестойкости и возгораемости.

По назначению промышленные здания подразделяют на несколько видов: основные производственные здания, предназначенные для выполнения основных производственно-технологических процессов, например главный корпус мясокомбината или молочного завода; подсобно-производственные здания, предназначенные для размещения неосновных (подсобных) производств, например ремонтно-механических мастерских, экспериментальных цехов, лабораторий и др.; здания и сооружения энергетического хозяйства — трансформаторные подстанции, котельные, компрессорные, насосные и др.; складские здания — для хранения сырья, полуфабрикатов, готовой продук-

ции, инвентаря, топлива, химикатов и др. (на предприятиях мясной и молочной промышленности в эту группу входят и здания холодильников); здания транспортного хозяйства — гаражи, помещения для электрокаров и др.; вспомогательные здания, в которых размещают административно-канторские, бытовые помещения, медицинские пункты, столовые, помещения общественных организаций, заводоуправление.

По числу наземных этажей здания бывают одноэтажные и многоэтажные. Кроме надземных, может быть подвальный этаж, пол которого расположен ниже уровня планировочной отметки поверхности земли более чем на половину высоты подвального помещения. При меньшем заглублении пола этаж называется цокольным.

По материалу, из которого сделаны наружные стены, различают каменные, деревянные и смешанные здания.

По размерам элементов, из которых возводят здания, они делятся на мелкоэлементные (из обыкновенного кирпича, мелких керамических или бетонных блоков и т. п.) и крупноэлементные (из крупных бетонных блоков, железобетонных панелей и т. п.).

По температурно-влажностному режиму здания подразделяют на отапливаемые, или теплые, — с регулируемым в холодное время года температурно-влажностным режимом; неотапливаемые, или холодные, — с нерегулируемым температурно-влажностным режимом; охлаждаемые — с искусственным охлаждением помещений, например холодильники.

По конструктивным схемам здания делят на бескаркасные и каркасные (с полным и неполным каркасом).

По числу пролетов — на однопролетные и многопролетные.

По форме в плане — на прямоугольные, Т-образные, П-образные, Ш-образные, круглые; в зависимости от формы в плане они будут различаться по расположению пролетов с параллельным (продольным) и перпендикулярным (поперечным) расположением пролетов.

Капитальность зданий определяется долговечностью и огнестойкостью основных конструкций: фундаментов, колонн, стен, перекрытий, перегородок, лестниц, крыш и др. (табл. 1).

По долговечности конструкций здания делят на три степени: I степень — со сроком службы более 100 лет, II степень — от 50 до 100 лет, III степень — от 20 до 50 лет.

По огнестойкости конструкций промышленные здания делят на пять степеней. К I, II и III степеням огнестойкости относят здания с несгораемыми конструкциями и пределами огнестойкости несущих конструкций каркаса соответственно 3; 2,5 и 2 ч, междуэтажных перекрытий — 1,5; 1 и 0,75 ч (трудносо-

4. Какие возникают вопросы при разработке рабочих проектов и проектов?
5. Какие задачи решают при привязке к местным условиям типовых проектов?
6. Какие основные требования предъявляются при выборе площадки для строительства предприятия?
7. Как проводят проектно-изыскательские работы?
8. Что такое генеральный план промышленного предприятия и на основе каких документов он разрабатывается?
9. Что такое роза ветров, на основе какого документа она строится?
10. Что такое санитарно-защитная зона, какой размер имеет эта зона для предприятий различного назначения?
11. Как осуществляется зонирование территории проектируемых предприятий?
12. Что такое промышленный район и промышленный узел?
13. Назовите основные достоинства реконструкции предприятий.
14. Что такое автоматизация проектирования?
15. Назовите основные составляющие части САПР.
16. Какие задачи решает САПР?
17. В чем заключается эффективность применения САПР?

Глава 2. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

§ 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Всякую законченную постройку называют сооружением. Сооружения, имеющие в своем составе помещения, предназначенные для выполнения человеком каких-либо производственных, культурно-общественных, административно-хозяйственных, бытовых или других функций, относят к зданиям. Сооружения, не имеющие таких помещений (мосты, водонапорные башни, канализационные сети и др.), относят к инженерным сооружениям. Здания и сооружения классифицируют по следующим признакам: назначению, этажности, материалу наружных стен, размерам элементов, из которых возведены стены, температурно-влажностному режиму, конструктивным схемам, форме в плане, числу и расположению пролетов. Кроме того, здания и сооружения классифицируют по их капитальности, долговечности, огнестойкости и возгораемости.

По назначению промышленные здания подразделяют на несколько видов: основные производственные здания, предназначенные для выполнения основных производственно-технологических процессов, например главный корпус мясокомбината или молочного завода; подсобно-производственные здания, предназначенные для размещения неосновных (подсобных) производств, например ремонтно-механических мастерских, экспериментальных цехов, лабораторий и др.; здания и сооружения энергетического хозяйства — трансформаторные подстанции, котельные, компрессорные, насосные и др.; складские здания — для хранения сырья, полуфабрикатов, готовой продук-

ции, инвентаря, топлива, химикатов и др. (на предприятиях мясной и молочной промышленности в эту группу входят и здания холодильников); здания транспортного хозяйства — гаражи, помещения для электрокаров и др.; вспомогательные здания, в которых размещают административно-канторские, бытовые помещения, медицинские пункты, столовые, помещения общественных организаций, заводоуправление.

По числу наземных этажей здания бывают одноэтажные и многоэтажные. Кроме надземных, может быть подвальный этаж, пол которого расположен ниже уровня планировочной отметки поверхности земли более чем на половину высоты подвального помещения. При меньшем заглублении пола этаж называется цокольным.

По материалу, из которого сделаны наружные стены, различают каменные, деревянные и смешанные здания.

По размерам элементов, из которых возводят здания, они делятся на мелкоэлементные (из обыкновенного кирпича, мелких керамических или бетонных блоков и т. п.) и крупноэлементные (из крупных бетонных блоков, железобетонных панелей и т. п.).

По температурно-влажностному режиму здания подразделяют на отапливаемые, или теплые, — с регулируемым в холодное время года температурно-влажностным режимом; неотапливаемые, или холодные, — с нерегулируемым температурно-влажностным режимом; охлаждаемые — с искусственным охлаждением помещений, например холодильники.

По конструктивным схемам здания делят на бескаркасные и каркасные (с полным и неполным каркасом).

По числу пролетов — на однопролетные и многопролетные.

По форме в плане — на прямоугольные, Т-образные, П-образные, Ш-образные, круглые; в зависимости от формы в плане они будут различаться по расположению пролетов с параллельным (продольным) и перпендикулярным (поперечным) расположением пролетов.

Капитальность зданий определяется долговечностью и огнестойкостью основных конструкций: фундаментов, колонн, стен, перекрытий, перегородок, лестниц, крыш и др. (табл. 1).

По долговечности конструкций здания делят на три степени: I степень — со сроком службы более 100 лет, II степень — от 50 до 100 лет, III степень — от 20 до 50 лет.

По огнестойкости конструкций промышленные здания делят на пять степеней. К I, II и III степеням огнестойкости относят здания с несгораемыми конструкциями и пределами огнестойкости несущих конструкций каркаса соответственно 3; 2,5 и 2 ч, междуэтажных перекрытий — 1,5; 1 и 0,75 ч (трудносо-

1. Зависимость степени долговечности и огнестойкости конструкций от класса капитальности зданий

Класс капитальности здания	Степень долговечности	Степень огнестойкости
I	Не ниже I	Не ниже II
II	Не ниже II	Не ниже III
III	Не ниже III	Не нормируется
IV	Не нормируется	Не нормируется

раемые перекрытия), ограждающих конструкций — I и 0,25 ч. В зданиях IV степени используют трудносгораемые несущие конструкции (например, деревянные конструкции, защищенные штукатурным слоем). К V степени относят здания со сгораемыми конструкциями. Пределы огнестойкости несущих конструкций зданий IV и V степеней не нормируют.

По возгораемости строительные конструкции и материалы делят на три группы: несгораемые, трудносгораемые и сгораемые.

Большинство промышленных зданий массового строительства, в том числе здания предприятий мясной и молочной промышленности, относятся ко II классу капитальности. Они должны удовлетворять следующим основным требованиям: быть удобными для размещения оборудования и ведения технологического процесса; обладать высокими эксплуатационными качествами, т. е. обеспечивать наилучшие и безопасные условия труда работающим; создавать возможность замены оборудования при внедрении новой технологии; быть экономичными, т. е. требовать как можно меньше затрат на строительство и содержание; иметь простые архитектурные формы и привлекательный внешний вид; обладать прочностью и устойчивостью (надежно воспринимать нагрузки, действующие на здание); отвечать санитарным и противопожарным требованиям.

§ 9. КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Конструктивные схемы зданий, применяемые в строительстве, представлены на рис. 4.

Признаком бескаркасного здания является отсутствие колонн (каркаса). Все нагрузки в одноэтажном бескаркасном здании от покрытия воспринимаются наружными и внутренними стенами, опирающимися, как правило, на ленточные фундаменты; нагрузки от оборудования, сырья, готовой продукции, людей — полом. В многоэтажном бескаркасном здании нагрузки воспринимаются междуэтажными перекрытиями.

В каркасном здании с полным каркасом все нагрузки воспринимает внутренняя этажерка — каркас, состоящий из колонн и связанных с ними несущих конструкций междуэтажных перекрытий и покрытия. Колонны жестко заделывают в столбчатые фундаменты. Наружные стены могут быть самонесущими и навесными. Самонесущие стены опираются на фундаментные балки и несут только собственную массу. Стены называются навесными, если стеновые панели прикрепляются непосредственно к пристенным колоннам без опоры на фундаментные балки. Самонесущие и навесные стены выполняют только роль ограждающих конструкций.

Каркасное здание с неполным каркасом отличается от здания с полным каркасом наличием, кроме несущих стен, еще самонесущих или навесных.

В зданиях бескаркасных и с неполным каркасом несущими и ограждающими конструкциями одновременно служат стены. Несущие конструкции воспринимают постоянные и временные нагрузки (от технологического оборудования, покрытия, ветра, снега и др.), поэтому они должны быть прочны и устойчивы. Ограждающие конструкции защищают помещения от воздействия внешней среды (наружные ограждения) или делят объем здания на отдельные помещения (внутренние стены и перегородки, междуэтажные перекрытия). Наружные ограждения должны обладать достаточными теплозащитными свойствами и стойкостью против атмосферных воздействий, а внутренние стены, перегородки и междуэтажные перекрытия — необходимыми звукоизоляционными свойствами.

В настоящее время промышленные здания проектируют преимущественно из сборных конструкций с полным каркасом. Од-

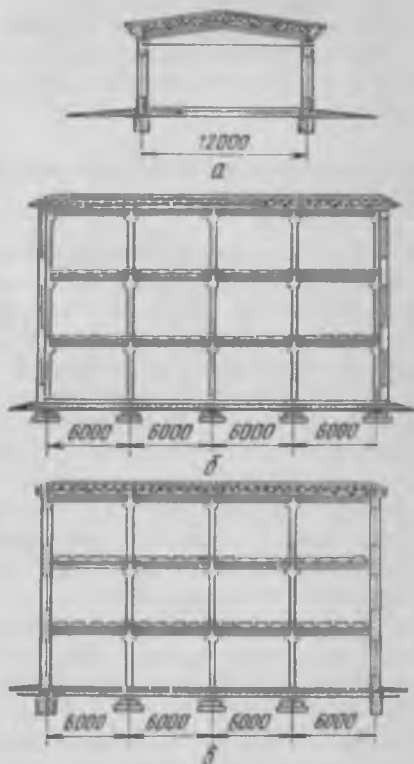


Рис. 4. Конструктивные схемы промышленных зданий:

а — бескаркасное одноэтажное здание с несущими стенами; б — многоэтажное здание с полным сборным железобетонным каркасом и самонесущими стенами, в — многоэтажное здание с неполным каркасом и несущими стенами

нако на предприятиях мясной и молочной промышленности можно встретить небольшие вспомогательные бескаркасные здания с несущими стенами (см. весовую на рис. 1, блок складов на рис. 2).

§ 10. УНИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Путь к уменьшению капитальных затрат на возведение зданий и к повышению их качества лежит через индустриализацию строительства, которая предполагает монтаж зданий из заранее изготовленных заводским путем унифицированных типовых строительных конструкций и деталей.

Унификация — единообразие размеров частей и конструктивных элементов зданий и сооружений, подлежащих преимущественному применению в проектировании и строительстве.

Типизация — многократное применение унифицированных объемно-планировочных и конструктивных решений в строительстве разных объектов, достижение их взаимозаменяемости на основе взаимоувязки между проектами зданий, размерами материалов, изделий, конструкций, оборудования, выпускаемых строительной промышленностью. Такая взаимоувязка достигается на основе единой модульной системы (ЕМС), в которой заложен принцип кратности всех размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий и сооружений, строительных изделий и оборудования величине, называемой модулем. В нашей стране в качестве основного модуля (М) принят размер 100 мм. Для крупных и мелких размеров пользуются производными модулями — укрупненными и дробными. Укрупненные модули — 2М, 3М, 6М, 30М, 60М, 120М (200, 300, 600, 1200, 1500, 3000, 6000 и 12 000 мм) — используют для выбора горизонтальных и вертикальных размеров зданий (расстояние между колоннами, высота этажа и др.). Дробные модули — 1/100М, 1/50М, 1/20М, 1/10М, 1/5М и 1/2М (10, 20, 50, 100, 200 и 500 мм) — служат для выбора более мелких размеров (толщина плит, листовых материалов и др.).

На основе единой модульной системы составляют сетку модульных (разбивочных) осей или сетку колонн, которая является графической основой плана здания или сооружения и определяет расположение, а также основные размеры объемно-планировочных и конструктивных элементов в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 5). Продольные оси сетки обозначают, как правило, прописными буквами русского алфавита снизу вверх (А, Б, В и т. д.), поперечные оси — арабскими цифрами слева направо (1, 2, 3 и т. д.). Сетка модульных осей образует как бы систему прямоугольных координат с

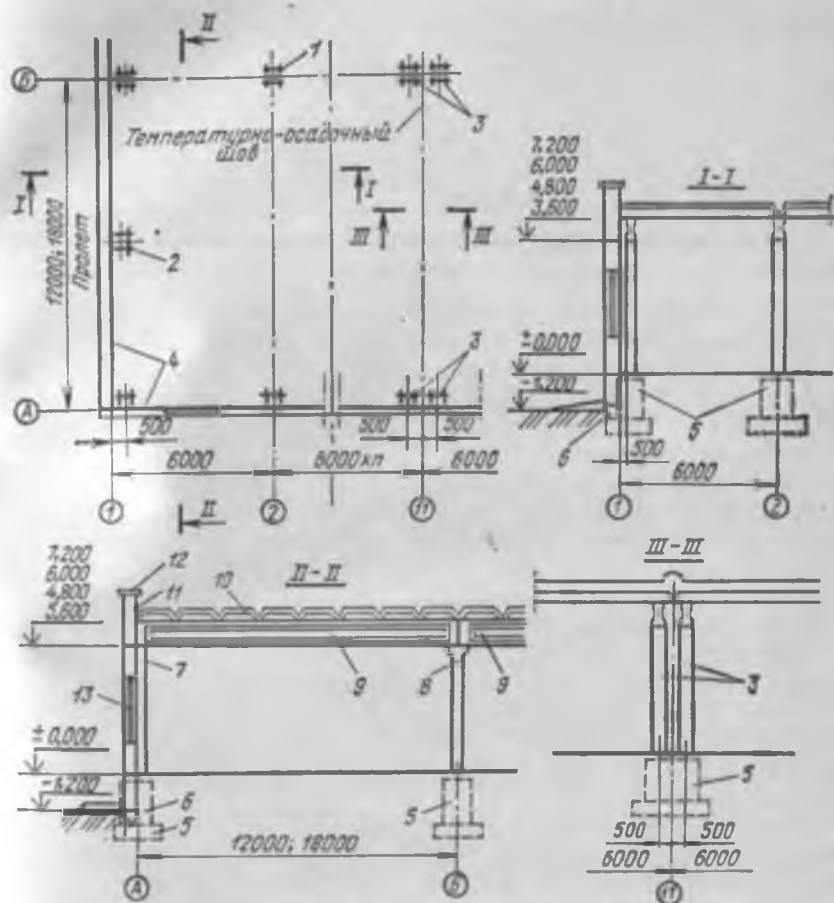


Рис. 5. Конструктивные элементы одноэтажного промышленного здания с полным каркасом:

1 — колонны каркаса; 2 — колонны фахверка; 3 — парные колонны температурно-осадочного шва; 4 — наружные самонесущие стены; 5 — фундаменты стаканного типа под колонны; 6 — фундаментные балки; 7 — пристенные колонны (без консолей); 8 — средние колонны (с консолями); 9 — балки покрытия; 10 — плиты покрытия; 11 — парапет; 12 — парапетная плита; 13 — оконный проем

началом в левом нижнем углу (в точке пересечения осей А и 1). Размеры ячеек сетки модульных осей (колонн) обозначают как произведение шага колонн (расстояние по оси А) на пролет (расстояние по оси 1).

К модульным осям привязывают конструктивные элементы (привязка — расстояние от модульной оси до грани элемента или его геометрической оси). В здании с полным каркасом привязка наружных стен и колонн у продольных наружных стен

нулевая — модульная ось проходит по внутренней поверхности стены и наружной грани колонн. Привязка основных колонн у торцевых стен равна 500 мм (расстояние между модульной осью и осями колонн). Привязка несущих стен толщиной 380 и 510 мм равна 250 мм (расстояние между модульной осью и внутренней поверхностью стены). Центры сечения средних колонн совмещают с пересечениями модульных осей.

§ 11. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Под объемно-планировочными решениями здания понимают выбор этажности, формы здания, высоты этажей, сетки колонн, размеров здания по длине и ширине, мест расположения деформационных швов, а также компоновку помещений, т. е. взаимное расположение различных по назначению и температуре помещений в здании.

На выбор этажности промышленного здания в первую очередь влияют особенности технологического процесса. Для производств, требующих громоздкого и тяжелого оборудования или перемещения больших масс материалов, сырья и продукции по горизонтальным технологическим линиям, а также при наличии больших динамических нагрузок предпочтение отдают одноэтажным зданиям. На долю одноэтажных промышленных зданий приходится 80% всей производственной площади.

Если более рациональной оказывается организация производства по вертикальной технологической схеме при условии, что сырье или продукт могут продвигаться самотеком, строят многоэтажные здания.

Кроме особенностей технологического процесса, на выбор этажности зданий влияют степень огнестойкости его конструкций; степень пожарной опасности или взрывоопасности производства, требования охраны труда по освещенности, конфигурации и размеры строительной площадки, размеры первоначальных капитальных затрат на возведение здания.

Выбор этажности в каждом конкретном случае осуществляется путем сопоставления всех технико-экономических показателей. При равных условиях предпочтение отдают одноэтажным зданиям сплошной застройки, несмотря на то что многоэтажные промышленные здания позволяют экономить городскую территорию и часто оказываются единственно возможным архитектурным решением. Требуя меньшей площади застройки, они позволяют снизить затраты на благоустройство территории, устройство подземных коммуникаций, дорог и др.

Объемно-планировочные решения одноэтажных зданий в зависимости от объема и технологических процессов производства, противопожарных и санитарных требований принимают пре-

дельно простыми. Одноэтажные здания могут быть одно-, двух- и многопролетными. Пролеты, как правило, располагают параллельно, без перепадов высот. В случае необходимости допускаются перепады высот между пролетами одного направления не менее 1,8 м. Размеры пролетов для зданий без мостовых кранов принимают равными 12, 18, 24, 30 м и более (через 6 м). Шаг колонн назначают 6 или 12 м. За высоту помещений принимают расстояние от отметки чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре. В зданиях без мостовых кранов при пролетах до 12 м принимают высоту 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 и 6 м, при пролетах 18 и 24 м — 4,8 (только для 18-метрового пролета); 5,4; 6; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 м. Высоту помещений 4,2 и 5,4 м принимают редко.

К настоящему времени проведена большая работа по созданию унифицированных габаритных схем одноэтажных зданий с резким сокращением типоразмеров пролетов, высот и т. д. Эти схемы охватывают здания высотой до 18 м с пролетами 12, 18 и 24 м без кранов или с подвесными кранами грузоподъемностью до 5 т. Для одноэтажных предприятий пищевой (в том числе мясной и молочной) промышленности применяют схемы, показанные на рис. 6.

При выборе высоты производственных помещений в основном руководствуются правилом, по которому она должна быть на 1—1,5 м выше самого высокого оборудования, монтируемого в этих помещениях. В цехах со значительными тепловыделениями в целях улучшения санитарно-гигиенического состояния воздушной среды это превышение составляет 1,5—2,5 м. Ширину одноэтажных зданий принимают равной 36, 48 и 60 м, а для естественного освещения их средней части проектируют зенитные колпаки. Длину здания определяют в соответствии с общей площадью здания, принятой шириной и унифицированными типовыми секциями.

Объем производственного помещения на каждого работающего должен составлять не менее 13 м³, а площадь помещения — не менее 4,5 м².

Следует отметить, что предприятия мясной и молочной промышленности относятся к той категории производств, в которой традиционной была организация производства по вертикальной технологической схеме. Поэтому при проектировании этих предприятий до последнего времени предпочтение отдавалось многоэтажным производственным зданиям с безбалочными междуэтажными перекрытиями и плоскими безреберными покрытиями. Они способствуют лучшему вентилированию верхней части помещений, облегчают санитарную обработку и вместе с тем являются рациональными строительными конструкциями.

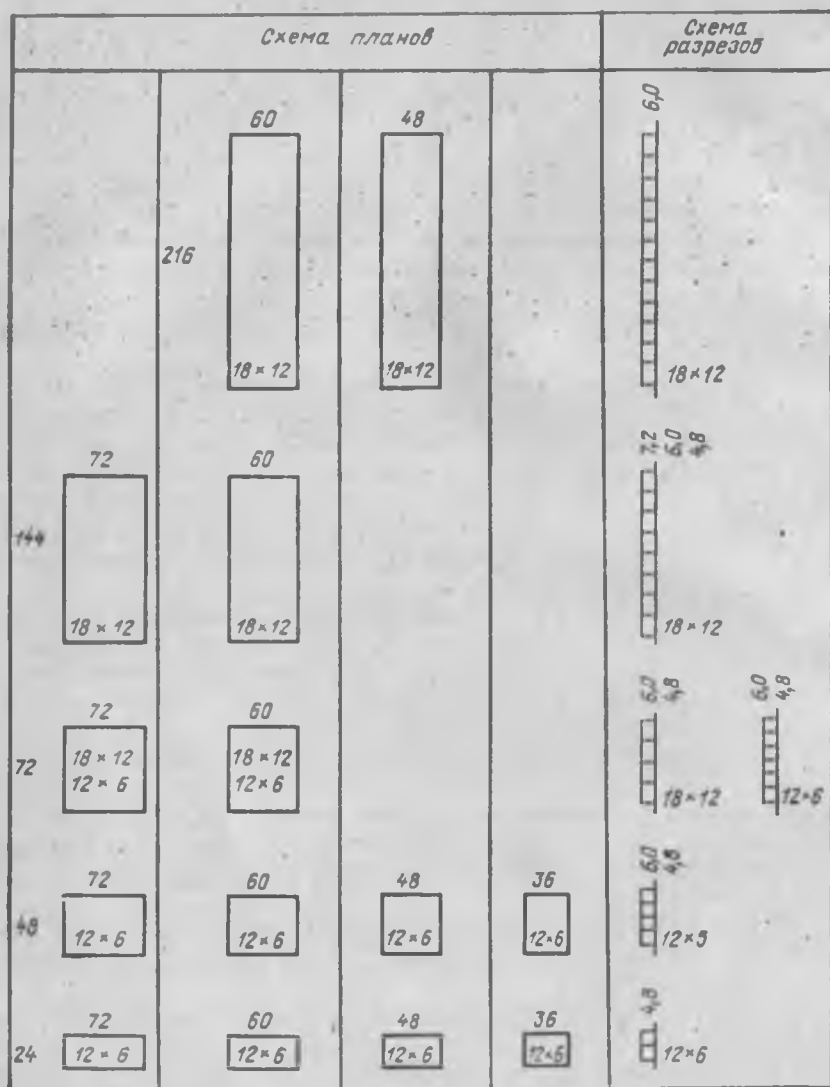


Рис. 6. Унифицированные типовые секции одноэтажных зданий

Однако когда строят предприятия в городах, где нет заводов для изготовления таких конструкций, применяют обычные междуэтажные перекрытия и покрытия ригельной конструкции (рис. 7).

Строительными нормами для многоэтажных зданий оптимальная этажность установлена в зависимости от их общей

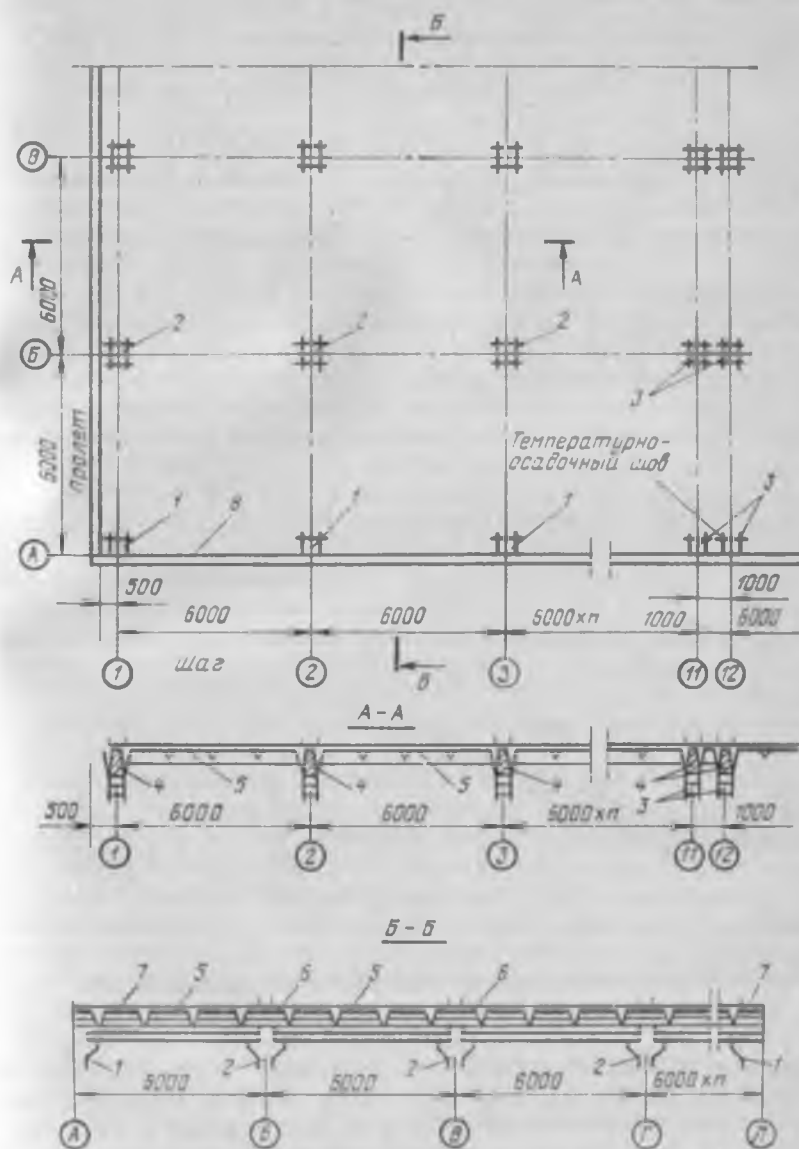
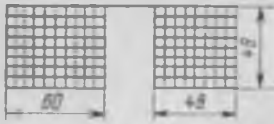
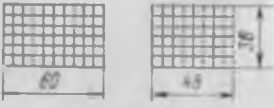
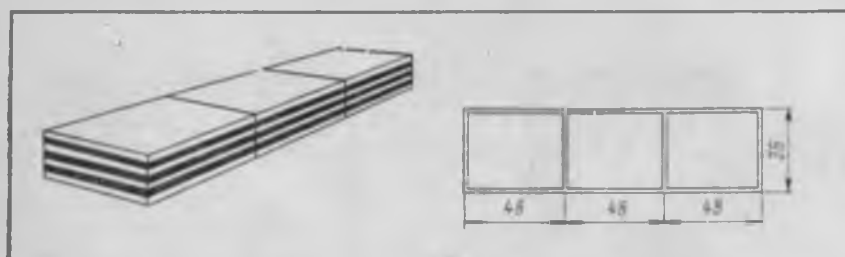


Рис. 7. Конструктивные элементы многоэтажного промышленного здания с полным каркасом:

1 — пристенные (одноконсольные) колонны; 2 — средние (двухконсольные) колонны; 3 — парные колонны температурно-осадочного шва; 4 — ригели междуэтажного перекрытия (с полками); 5 — основные рядовые плиты междуэтажного перекрытия; 6 — основные межколонные плиты междуэтажного перекрытия; 7 — доборные плиты междуэтажного перекрытия; 8 — наружные самонесущие стены

Схемы планов	Сетка колонн	Схемы разрезов
	8 × 8	
	8 × 8	
	8 × 8	

а



б

Рис. 8. Унифицированные типовые секции многоэтажных зданий:

а — габаритные схемы типовых секций; б — пример блокирования типовых секций в здании

площади: 12 000 м² — 2 этажа; от 12 000 до 20 000 м² — 3 — этажа; от 20 000 до 30 000 м² — 4—5 этажей. Наиболее целесообразная высота этажа 4,8 и 6 м, для первого этажа допускается 7,2 м. Ширину зданий принимают не более 48 м (исходя из удобств проведения строительно-монтажных работ и условий естественного освещения помещений при эксплуатации).

Унифицированные типовые секции многоэтажных зданий для предприятий мясной и молочной промышленности и пример их блокирования в здание представлены на рис. 8.

Многоэтажные здания чаще проектируют прямоугольными для более удобного размещения оборудования и организации технологического процесса, а также упрощения строительно-монтажных работ.

Т-, П- и Ш-образные формы здания в плане вызывают необходимость применения продольных и поперечных пролетов с увеличением количества типоразмеров сборочных элементов и усложнением строительных работ, увеличением расходов на отопление и других эксплуатационных расходов.

Исходя из объемно-планировочных решений промышленных зданий, помещения, требующие охлаждения и кондиционирования воздуха, располагают вместе, образуя охлаждаемую секцию с изоляцией строительных конструкций. Охлаждаемую секцию необходимо размещать в северной или средней части здания. Кроме того, в специальном корпусе (холодильнике) устраивают все камеры для охлаждения, замораживания и хранения полуфабрикатов и готовых продуктов. При этом не рекомендуется располагать низкотемпературные камеры (ниже минус 15°C) на первом этаже в зданиях без подвала во избежание промерзания и пучения грунта. В случае необходимости такого расположения предусматривают обогрев грунта.

Помещения с избытком теплоты 84 кДж/м^3 и более следует располагать вне охлаждаемой секции у наружных стен здания. При необходимости сообщения между разнотемпературными секциями устраивают коридоры, шлюзы, воздушные завесы и т. п.

В зданиях большой протяженностью или состоящих из разноэтажных частей, а также при разных грунтах в основании смежных частей здания возникают деформации, могущие привести к появлению трещин, ослабляющих конструкции. Для предотвращения этого в зданиях устраивают деформационные швы, которые разрезают здание на отдельные секции. Различают температурные, осадочные и антисейсмические швы. Например, здание холодильника отделяют от отапливаемых зданий температурными швами. Поперечные температурные швы осуществляют установкой парных колонн без вставок. Ось шва совмещают с поперечной модульной (разбивочной) осью, а оси парных колонн смещают от оси шва на 500 мм. Продольные температурные швы при строительстве предприятий мясной и молочной промышленности, как правило, не устраивают. Компонировка помещений относится к технологическому проектированию и подробно рассматривается в учебных пособиях по курсовому и дипломному проектированию.

§ 12. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И ПОМЕЩЕНИЯ

При проектировании и строительстве вспомогательных зданий руководствуются СНиП 2.09.04—87 «Административные и бытовые здания», а также «Санитарными и ветеринарными требованиями к проектированию предприятий мясной промышленности» и «Санитарными правилами для молочной промышленности». Эти требования учитывают при проектировании следующих помещений: бытовых, общественного питания, здравпунктов, культурного обслуживания, управлений, конструкторских бюро, для учебных занятий, кабинетов по технике безопасности, общественных организаций, а также специальных помещений для хранения моющих и дезинфицирующих средств, инвентаря и приспособлений для уборки цехов.

На средних и крупных предприятиях мясной и молочной промышленности административные и бытовые помещения располагают, как правило, в отдельном административно-бытовом корпусе, связанном переходами с производственными корпусами (см. рис. 1 и 2). На мелких предприятиях и при особой блокировке производств (см. рис. 3) они могут располагаться в примыкающем к производственному корпусу здании и в самом производственном здании с соблюдением необходимых санитарных требований. Одним из этих требований является то, чтобы рабочие пищевых цехов не проходили через производственные помещения непищевых цехов, и наоборот. Уборные, душевые, кухни и прачечные нельзя размещать над помещениями пищевых цехов и обеденными залами. Прачечную устраивают в блоке подсобных производств.

Недостатками расположения бытовых помещений в отдельном стоящем корпусе являются значительная удаленность от рабочих мест и необходимость устройства перехода. К достоинствам следует отнести хорошую естественную освещенность и проветриваемость помещений, удаленность от производственных шумов и вредных веществ.

Задачу размещения вспомогательных зданий и помещений решают комплексно для предприятия в целом с учетом возможного кооперирования с соседними предприятиями. Для этого используют унифицированные типовые секции, разработанные специально для вспомогательных зданий. При главных входах в эти здания предусматривают вестибюли площадью не менее 18 м^2 (без гардеробных). Если количество пользующихся вестибюлем превышает 12 человек, то площадь рассчитывают исходя из условия $0,15 \text{ м}^2$ на 1 человека.

При расчетной температуре наружного воздуха для отопления от минус 20 до минус 36°C наружные входы вспомогательных зданий должны иметь тамбуры глубиной не менее 1,2 м,

а при расчетной температуре ниже минус 36 °С тамбуры должны быть двойными. Сообщение между вспомогательными и производственными зданиями и помещениями групп I, III и IV допускается только через шлюзы, коридоры или лестничные клетки (санитарную характеристику групп производственных процессов см. в приложении I «Санитарных и ветеринарных требований к проектированию мясной промышленности»).

В соответствии с противопожарными требованиями (СПиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы. Основные положения проектирования») вспомогательные здания должны иметь не менее двух эвакуационных выходов (с учетом наружных пожарных лестниц, предназначенных для эвакуации людей). Наибольшие расстояния от дверей помещения (кроме душевых, уборных, умывальных, курительных) до выходов наружу или до лестничных клеток принимают следующие: для зданий II степени огнестойкости 25 м, III—15, IV—12, V—10 м (для зданий I степени расстояние не нормируется).

Ширина лестничных маршей и площадок должна быть не менее 1,15 и не более 2,4 м (обычно 1,35 м), коридоров — не менее 1,4 м, проходов — не менее 1 м и дверей — не менее 0,8 и не более 2,4 м. Стены лестничных клеток выполняют обычно кирпичными или панельными. Главные лестничные клетки вспомогательных зданий II степени огнестойкости могут быть открытыми на всю высоту зданий, если остальные лестницы встроены в закрытые лестничные клетки, а вестибюли и поэтажные холлы, примыкающие к открытым лестницам, отделены от других помещений несгораемыми стенами (перегородками) и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее 1 ч. В перегородках, отделяющих вестибюли и холлы от коридоров, должны быть двери. Перегородки вспомогательных помещений делают из железобетонных и легкобетонных панелей, стеклоблоков. Стены и перегородки мокрых помещений и тех, в которых требуются очистка и мытье их горячей водой (гардеробных рабочей одежды, помещений для ее обеспыливания, обеззараживания и сушки, уборных и курительных), облицовывают влагостойкими материалами: при высоте этажа 3,6 м — на высоту помещений, при высоте 4,2 м — на высоту 3 м (уборные и курительные — на высоту дверных проемов). Выше облицовки стены, перегородки и потолки окрашивают водостойкими красками, а при расположении помещений в верхних этажах зданий с совмещенными покрытиями потолки окрашивают паронепроницаемыми красками.

На каждом этаже вспомогательного здания предусматривают помещения для хранения, сушки и очистки инвентаря и оборудования, используемого для уборки вспомогательных помещений. Площадь их определяется из расчета 1,2 м² на каж-

2. Состав различных помещений и устройств в зависимости от санитарной характеристики технологических процессов

Группа производственных помещений	Санитарные характеристики производственных процессов	Примерный перечень процессов и производства	Общие и специальные санитарно-бытовые помещения и устройства
I	Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях при отсутствии вредных газов и пыли:		
	не вызывающие загрязнения одежды и рук	Ремонтно - пошивочные мастерские	Гардеробная
	вызывающие загрязнения одежды и рук вызывающие загрязнения одежды, рук и тела	Подсобные производственные цехи Гаражи, литографский цех, ремонт и наладка технологического оборудования и др.	Умывальная Гардеробная, умывальная, душевая
II	Производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях, связанные с выделением пыли или напряженной физической работой:		
	с выделением конвекционного тепла	Термическое, сушильное, клеевое отделения	Гардеробная
	с выделением лучистого и конвекционного тепла	Котельная, аппаратное отделение цеха кормовых и технических продуктов	Умывальная
	с применением воды	Отделение мойки тары, оборудования, инвентаря	Гардеробная, умывальная, помещения и устройства для сушки рабочей одежды, ножная ванна
	с выделением больших количеств пыли либо особо загрязняющих веществ (кроме вредных)	Цехи технических и кормовых продуктов	Гардеробная, умывальная, душевая
	протекающие при совместном действии пыли и влаги	Нет	Нет

Группа производственных помещений	Санитарные характеристики производственных процессов	Примерный перечень процессов и производств	Общие и специальные санитарно-бытовые помещения и устройства
-----------------------------------	--	--	--

протекающие на открытом воздухе или в помещениях с температурой воздуха ниже 5 °С

Холодильники, работа на погрузочно-разгрузочных платформах

Гардеробные, умывальные, душевые, помещения для обогрева работающих, помещения и устройства для сушки одежды и обуви

III Производственные процессы с резко выраженными факторами вредностей и с загрязнением рабочей одежды:

связанные с производством, выделением или применением особо вредных или раздражающих веществ

связанные с производством или применением вредных или сильно пахнущих веществ

Обслуживание аммиачных холодильных установок, газогенераторных станций

Мойка оборудования растворами хлорной извести и др.

Процессы по переработке утиля и животного сырья или его продуктов (кожи, шерсти, кости)

Гардеробная

Умывальная, душевая, вентилируемые шкафы для рабочей одежды, ингалятории (по согласованию с Госсаннадзором)

Пропускник с гардеробными и душевыми, с санитарной обработкой после работы, камера для дезинфекции рабочей одежды и обуви, шкафы для искусственной вентиляции рабочей одежды

связанные с производством и обработкой инфицирующих материалов

связанные с применением открытых источников ионизирующего излучения

Нет

IV Производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции:

связанные с переработкой пищевых продуктов

Основные процессы на мясокомбинатах и мясоперерабатывающих и консервных заводах

Пропускник с гардеробными и умывальными, маникюрная

Группа производственных помещений	Санитарные характеристики производственных процессов	Примерный перечень процессов и производства	Общие и специальные санитарно-бытовые помещения и устройства
-----------------------------------	--	---	--

связанные с производством стерильных материалов

Переработка сырья для лечебных препаратов, стерильная фильтрация и др.

Пропускник с гардеробными, душевыми и умывальными, маникюрная, раздаточная санитарной одежды, комната медицинского осмотра (при отсутствии здравпункта)

связанные с производством продукции, требующей особой чистоты при ее изготовлении

То же

То же

дые 100 м² полезной площади этих помещений, но не менее 4 м². В них предусматривают мойки, а также водоразборные краны с подводкой холодной и горячей воды. При этом полы помещений, подлежащих мокрой уборке, должны иметь уклон не менее 0,01, а гардеробных — не менее 0,005.

Состав общих и специальных санитарно-бытовых помещений

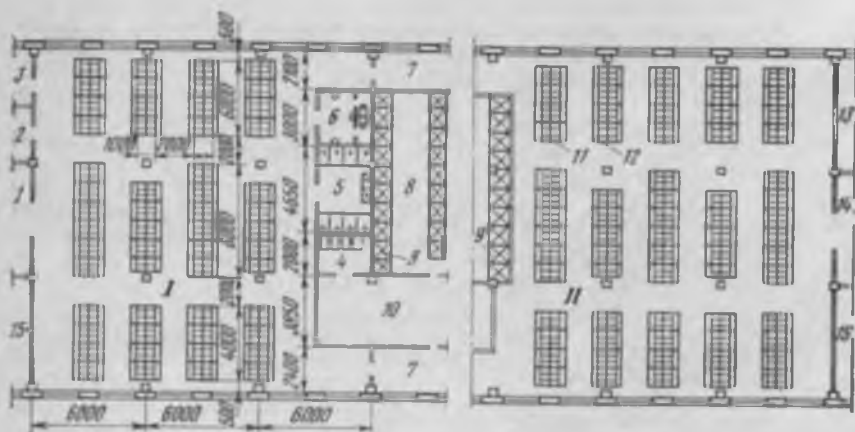


Рис. 9. Пример планировки сблокированного гардеробно-душевого блока:

1 — гардероб рабочей одежды; 11 — гардероб домашней одежды; 1 — тамбур; 2 — кладовая чистой одежды; 3 — кладовая грязной одежды; 4 — помещение ручных аэрозольных; 5 — умывальная; 6 — уборная; 7 — проходы; 8 — душевые; 9 — душевые кабины; 10 — преддушевые; 11 — шкафы; 12 — скамьи; 13 — комната дежурного персонала; 14 — тамбур; 15 — лестничная клетка

и устройств принимают в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов (табл. 2).

Гардеробные, душевые и умывальные объединяют в блоки, которые называют гардеробно-душевыми (рис. 9). Если на предприятии имеются процессы групп IIг, IIд, III (за исключением IIIб) и IV, то блоки делают отдельно для каждой из этих групп. В остальных случаях гардеробно-душевые блоки могут быть общими. При производственных процессах групп Ib, II, III и IV гардеробные для рабочей и домашней одежды располагают в разных помещениях, а душевые — смежно с каждой из этих гардеробных. Сообщение между гардеробными, расположенными в отдельных помещениях, предусматривают для идущих на работу через проходы, минуя преддушевые, для идущих с работы — через преддушевые. Возможность встречных потоков при этом должна быть исключена. Гардеробно-душевые блоки и уборные должны быть отдельными для мужчин и женщин. При проектировании бытовых помещений используют унифицированные планировочные элементы гардеробных и душевых помещений (рис. 10).

§ 13. ИНТЕРЬЕР ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Интерьер производственных зданий неразрывно связан с общим объемно-планировочным решением здания и условиями организации внутреннего пространства, включая окраску внутренних ограждающих конструкций и наружных поверхностей оборудования, цеховых коммуникаций, систем отопления, вентиляции, электроснабжения, освещения и др. Решение интерьера должно быть направлено на создание благоприятной производственной среды, способствующей росту творческих возможностей человека, производительности его труда, снижению травматизма. Для этого стены, полы, потолки и оборудование окрашивают преимущественно в светлые тона, так как освещенность помещений зависит от света, отраженного от внутренних поверхностей ограждающих конструкций и наружных поверхностей оборудования.

Значительно улучшает освещенность матовая белая отделка, обеспечивающая равномерное отражение световых лучей. Светлая окраска целесообразна и в гигиенических целях. Ограждающие конструкции помещений производственных зданий, расположенных в северных и центральных районах СССР, при ориентации светопроемов на север, северо-восток и восток, а также помещений с недостаточным солнечным и дневным освещением и неотапливаемых помещений окрашивают в цвета средней и слабой насыщенности (желтый, оранжевый и их оттенки).

Для отделки ограждающих конструкций помещений в зданиях, расположенных в южных, в центральных районах СССР, при ориентации светопроемов на юг, а также в горячих цехах и помещениях с шумовыми нагрузками применяют холодные оптимальные цвета средней и слабой насыщенности (голубой, зеленый, зелено-голубой, серо-голубой и их оттенки).

В комнатах отдыха, приема пищи, холлах, коридорах, лестничных клетках, вестибюлях и других помещениях кратковременного пребывания работающих рекомендуется использовать цвета вспомогательные средней насыщенности.

При большом количестве трубопроводов разного назначения их окрашивают в один цвет — белый или близкий к нему с высоким коэффициентом отражения или в цвет поверхностей ограждающих конструкций; условные обозначения транспор-

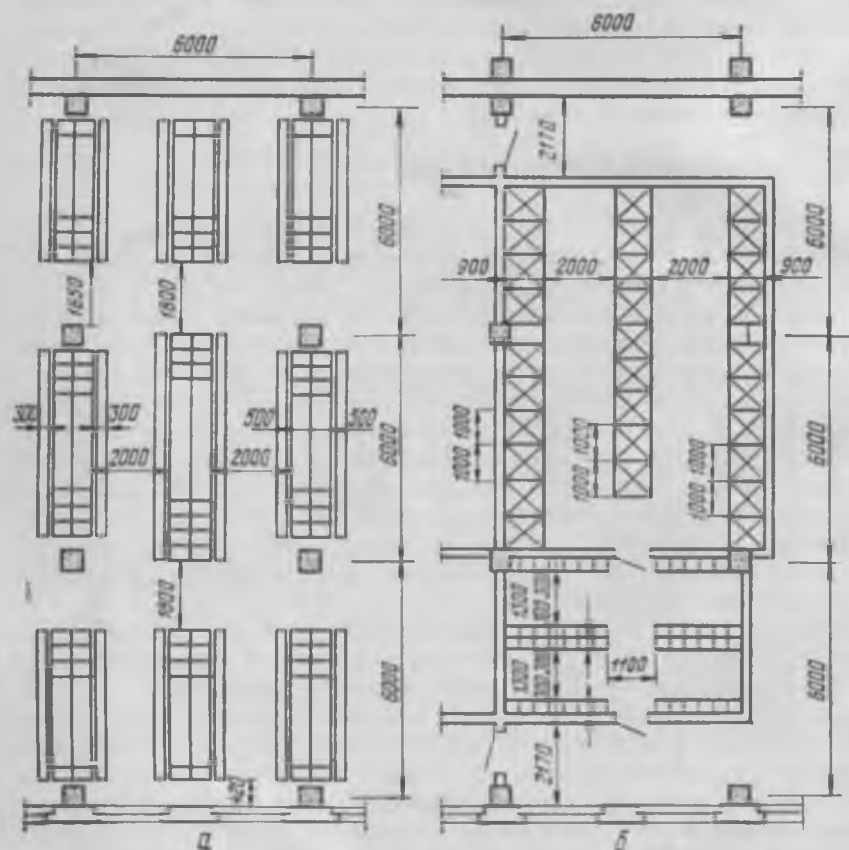
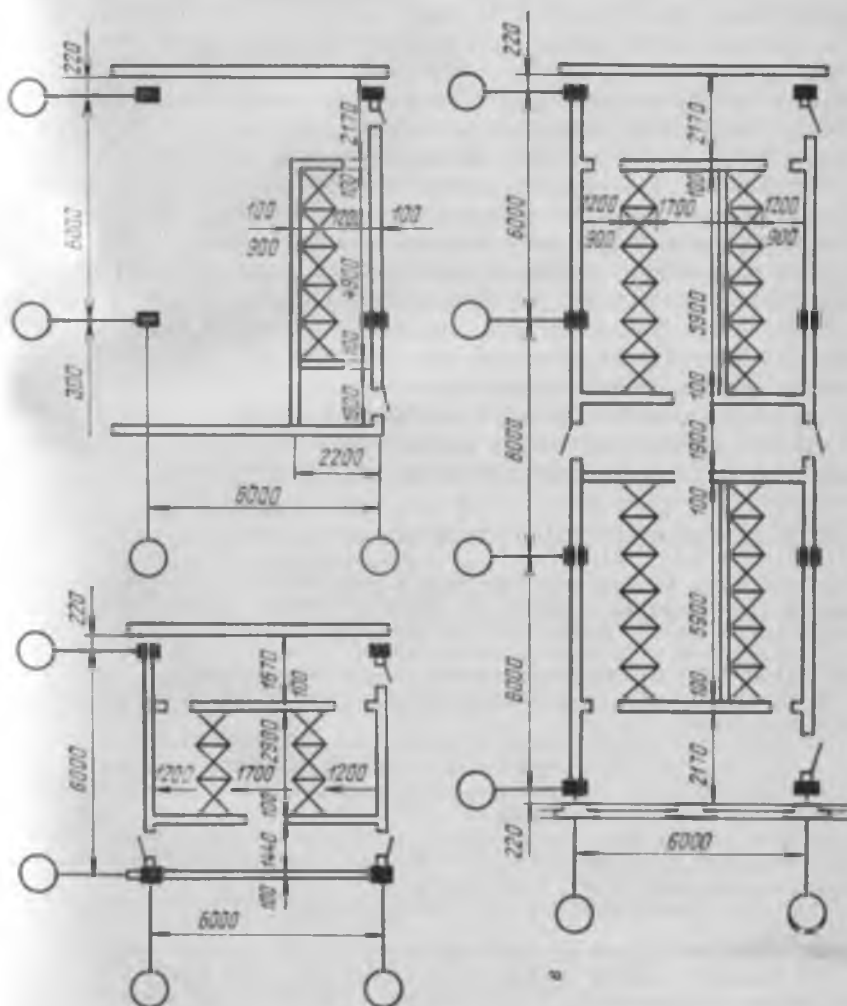


Рис. 10. Унифицированные планировочные элементы гардеробных помещений

тируемых по ним веществ наносят в виде опознавательных поясов не реже чем через 10 м, противопожарные тросопроводы окрашивают полностью в красный цвет. Опасные места в оборудовании и транспортные средства выделяют предупредительными цветами в соответствии с ГОСТ 12.4.026—76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности».

Средства информации и агитации в производственных помещениях — плакаты по требованиям безопасности, технологические плакаты, инструкции, указатели, стенды наглядной агитации.



(а) и душевых обычного (б) и санпропускикового типов (в)

тации — должны иметь следующую окраску: красный и оранжевый цвета — в плакатах по требованиям безопасности, синий цвет в сочетании с белым — на технологических плакатах, инструкциях и указателях, дополнительный к цвету элементов фона — на стендах наглядной агитации.

Крупногабаритное оборудование и многоярусные технологические этажерки и площадки располагают по возможности в удалении от оконных проемов или выносят за пределы здания. Это повышает естественную освещенность и обозреваемость внутреннего пространства. В этих же целях трансформаторные подстанции, электротехнические помещения и вентиляционное оборудование располагают у торцевых стен, на кровле и в межферменном пространстве. Внутренние трубопроводы и электрические питающие сети прокладывают централизованно, группируя их в соответствии с общей системой зонированного расположения всех цеховых коммуникаций. Строительные конструкции, служащие для прокладки коммуникаций, должны быть унифицированными и максимально облегченными. В зависимости от характера зданий и местных условий горизонтальные трассы коммуникаций прокладывают вдоль крайних осей в местах глухих участков стен, продольных осей по колоннам и в межферменном пространстве (в одноэтажных зданиях), под перекрытиями (в многоэтажных зданиях). Вертикальные трассы к оборудованию, расположенному в разных ярусах, группируют и пропускают через надколонные плиты или специальные панели с отверстиями, уложенные в перекрытие.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как подразделяют промышленные здания по этажности, материалу наружных стен, размерам элементов, из которых возводят стены, температурно-влажностному режиму помещений; конструктивным схемам?
2. Чем определяется капитальность здания?
3. Назовите степени долговечности и огнестойкости зданий.
4. В чем различие каркасных и бескаркасных зданий, а также зданий с неполным каркасом?
5. Каково назначение несущих и ограждающих конструкций?
6. Что представляет собой сетка модульных (разбивочных) осей?
7. Сформулируйте правила привязки конструктивных элементов зданий к модульным (разбивочным) осям.
8. Чем руководствуются при выборе этажности промышленного здания?
9. Назовите составные части одноэтажного и многоэтажного промышленного здания, их назначение и разновидности.
10. Чем руководствуются при выборе высоты производственных помещений?
11. Назовите типовые размеры пролетов и ширину промышленных зданий.
12. Каковы принципы размещения в производственном здании помещений, требующих охлаждения и кондиционирования воздуха, то же с избытком явной теплоты?
13. Каково назначение деформационных швов и их разновидности?

14. В чем особенность отделки стен и перегородок мокрых помещений?
15. На что должно быть направлено решение интерьеров промышленных зданий?
16. Как производится окраска трубопроводов в зависимости от их назначения?
17. Как следует размещать крупногабаритное оборудование и трубопроводы с целью повышения естественной освещенности производственных помещений?

Глава 3. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

§ 14. НАЗНАЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Строительная теплотехника изучает процессы, происходящие в ограждающих конструкциях при передаче теплоты, знание которых позволяет проектировщикам и строителям разрабатывать и осуществлять конструкции с заранее заданными теплофизическими свойствами. К этим свойствам относятся: способность защищать ограждаемые помещения от излишнего охлаждения зимой и от перегрева летом; обеспечивать допустимый (нормируемый) перепад между температурой внутреннего воздуха и внутренней поверхности стены; способствовать поддержанию внутри конструкции температурно-влажностного режима, обеспечивающего минимальное увлажнение составляющих ее материалов в условиях эксплуатации здания.

В зимний период года, когда температура наружного воздуха ниже температуры воздуха внутри здания (помещения), происходит передача теплоты через наружные ограждающие конструкции одновременно теплопроводностью, конвекцией и лучеиспусканием (излучением).

К ограждающим конструкциям относятся: наружные и внутренние стены, перекрытия, покрытия, полы, окна, фонари, двери, ворота.

Внутренний воздух помещения передает теплоту внутренней поверхности ограждения путем конвекции и излучения, за счет чего температура его снижается. Количество передаваемой при этом теплоты (в Вт) выражается формулой

$$Q_a = \alpha_a F (t_a - \tau_a)^n,$$

где α_a — коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м²·К); F — площадь поверхности ограждающей конструкции, м²; t_a — температура внутреннего воздуха помещения, °С; τ_a — температура внутренней поверхности ограждения, °С.

Далее происходит передача теплоты через ограждение вследствие теплопроводности материала.

* Здесь и далее разность температур для удобства приведена в °С.

Теплозащитные свойства ограждения определяют в первую очередь его термическим (тепловым) сопротивлением R , которое оказывает ограждение прохождению через него теплоты.

Количество теплоты q [в Вт/(м²·ч)], проходящее через 1 м² ограждения в 1 ч, называется тепловым потоком и выражается формулой

$$q = \frac{t_n - t_{\text{н}}}{R},$$

где t_n — температура наружной поверхности ограждения, °С; R — термическое (тепловое) сопротивление ограждения, м²·К/Вт, $R = \delta/\lambda$; δ — толщина слоя или однородного ограждения, м; λ — коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·К).

Коэффициент теплопроводности материала не является постоянной величиной даже для одного и того же материала. Его величина зависит от плотности материала, его влажности, влажностного режима помещения и зоны влажности, в которой находится предприятие.

Чем больше плотность материала, тем меньше в нем воздушных пор, являющихся плохим проводником теплоты, тем выше коэффициент его теплопроводности. Чем больше влажность материала, тем больше воздушные поры заполняются водой, теплопроводность которой примерно в 25 раз больше теплопроводности неподвижного воздуха, тем выше коэффициент теплопроводности материала. Аналогично на теплопроводность материала влияет повышение влажности воздуха внутри помещения и снаружи (зоны влажности). Минимальное значение коэффициентов теплопроводности материалов наружных ограждающих конструкций соответствует сухому или нормальному влажностному режиму помещений в сухой зоне влажности, а также сухому влажностному режиму помещений в нормальной зоне влажности. Для этих условий расчетную величину λ принимают по данным СНиП II—3—79 (приложение 3, при условии эксплуатации А). При других условиях эксплуатации зданий расчетное значение λ принимают по той же таблице СНиПа при условиях эксплуатации Б.

Если требуется определить часовую передачу теплоты Q_0 через определенную площадь ограждения F , то она может быть выражена как произведение $F \cdot q$, т.е. $Q_0 = F_n(t_n - t_{\text{н}})\lambda/\delta$.

Если ограждающая конструкция состоит из нескольких разнородных слоев, то ее сопротивление теплопередаче выражается суммой термических (тепловых) сопротивлений ее отдельных слоев:

$$\Sigma R_l = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}.$$

§ 15. ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ И ТЕПЛОВАЯ ИНЕРЦИОННОСТЬ ОГРАЖДЕНИЯ

Температура наружного воздуха испытывает колебания в течение суток и в течение более длительных периодов. Если ограждения легкие (стена из асбестоцементных листов), эти колебания будут почти такими же и внутри ограждаемого помещения. При массивных ограждениях (стена в два кирпича) колебания температуры внутри помещения будут во много раз меньше колебаний температуры наружного воздуха, т.е. амплитуда колебаний температуры в толще ограждения будет постепенно уменьшаться (затухать) по мере приближения к внутренней поверхности ограждения. Это свойство ограждающей конструкции сохранять относительное постоянство температуры на ее внутренней поверхности при колебании наружной температуры и, следовательно, колебание величины теплового потока называется теплоустойчивостью ограждения, которая, в свою очередь, определяется его массивностью.

Массивность характеризуется показателем тепловой инерции ограждения:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n,$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ — термические (тепловые) сопротивления слоев ограждения; $S_1, S_2, \dots, S_n$ — коэффициенты теплоусвоения материалов этих слоев (см. СНиП II—3—79, приложение 3).

По величине D ограждения делятся на легкие (D до 4), средней массивности (D от 4 до 7), массивные (D от 7,1 и выше).

Массивность ограждения, определяемую его характеристикой тепловой инерции, учитывают при выборе расчетной зимней температуры наружного воздуха для вычисления требуемого сопротивления теплопередаче. Для массивных ограждений расчетную зимнюю температуру принимают равной средней температуре наиболее холодной пятидневки, для легких — средней температуре наиболее холодных суток, а для ограждений средней массивности — равной средней из этих двух значений.

§ 16. МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ТРЕБУЕМОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДЕНИЙ

Для наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий требуемое (минимальное) сопротивление теплопередаче $R_{0\text{тp}}$ (в $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) вычисляют согласно СНиП II—3—79 по формуле

$$R_{0\text{тp}} = \frac{(t_n - t_{\text{н}}) \alpha_{\text{н}}}{\Delta t_{\text{н}}} R_{\text{н}}, \quad (1)$$

где t_n и t_n — расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, которые принимаются в соответствии с указаниями СНиПа и технологическими нормами данного производства, K ; n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения относительно наружного воздуха (для наружных стен, бесчердачных покрытий и перекрытий над подъездами $n=1$, для чердачных перекрытий $n=0,9$; для перекрытий над холодными подпольями $n=0,75$ и над неотапливаемыми подвалами $n=0,6$); b — коэффициент, зависящий от качества и объемной массы тепловой изоляции (при теплоизоляции из материалов с объемной массой менее 400 кг/м^3 $b=1,1$; при теплоизоляции, подверженной уплотнению, деформации или усадке, независимо от ее объемной массы, $b=1,2$); $\Delta t''$ — нормируемый перепад между температурой внутреннего воздуха и внутренней поверхности ограждающей конструкции; R_n — сопротивление теплопередаче внутренней поверхности конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Найденное по этой формуле сопротивление теплопередаче обеспечивает отсутствие конденсации водяных паров, содержащихся в воздухе помещения, на внутренней поверхности ограждающей конструкции. Однако необходимо определить, как близка эта величина к экономически оптимальному сопротивлению теплопередаче данной конструкции $R_{\text{з.опт}}$. В СНиП II—3—79 изложены методические указания для более точного приближения действительного сопротивления теплопередаче R_0 к требуемому $R_0^{\text{тр}}$ и экономически целесообразному его значению $R_{\text{з.опт}}$, т. е. получить примерное равенство $R_0 \approx R_{\text{з.опт}}$. При этом минимально допустимым остается $R_0^{\text{тр}}$. Отсюда следует, что если $R_{\text{з.опт}}$ окажется меньше $R_0^{\text{тр}}$, то толщину однослойной конструкции (например, наружной кирпичной стены) или толщину теплоизоляционного слоя многослойной конструкции (например, многослойного покрытия) рассчитывают по $R_0^{\text{тр}}$.

Требуемую толщину теплоизоляционного слоя (утеплителя) $\delta_{\text{из}}$ (в м) определяют по формуле

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} [R_0^{\text{тр}} - (R_n + \sum R_l + R_n)], \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{из}}$ — коэффициент теплопроводности изоляционного материала, $\text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$; $R_0^{\text{тр}}$ — требуемое минимально допустимое сопротивление теплопередаче конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; R_n и R_n — сопротивления теплопередаче внутренней и наружной поверхностей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (см. СНиП II—3—79); $\sum R_l$ — сумма термических (тепловых) сопротивлений всех слоев конструкции, за исключением определяемого теплоизоляционного слоя, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Для установления правильного температурно-влажностного режима ограждающей конструкции в процессе эксплуатации необходимо уметь определять не только сопротивление всей конструкции теплопередаче и отдельных слоев, но и вычислять температуру на ее поверхностях и на границах между отдельными слоями. Эти вычисления выполняют по формулам:

на внутренней поверхности ограждения

$$t_s = t_n - \frac{t_n - t_n}{R_0} R_n; \quad (3)$$

на внутренней поверхности любого слоя конструкции t_n (считая от внутренней поверхности ограждения)

$$t_n = t_a - \frac{t_a - t_n}{R_0} \left(R_a + \sum_n^{n-1} R_l \right),$$

где $\sum_n^{n-1} R_l$ — сумма термических сопротивлений всех предыдущих слоев (считая от внутренней поверхности), $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Сумму этих сопротивлений и двух сопротивлений теплопередаче R_a и R_n называют общим сопротивлением теплопередаче ограждающей конструкции; оно выражается формулой

$$R_0 = R_a + R_l + R_2 + \dots + R_n + R_n = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n}.$$

Затем теплота от поверхности ограждающей конструкции передается конвекцией и излучением наружному воздуху, что выражается коэффициентом α_n , являющимся суммой коэффициентов конвекции α_k и лучеиспускания α_l , т. е. $\alpha_n = \alpha_k + \alpha_l$. Количество теплоты, передаваемой наружной поверхностью ограждения наружному воздуху Q_n (в Вт), выражается формулой

$$Q_n = \alpha_n F (t_n - t_n),$$

где α_n — коэффициент теплообмена (теплоотдачи) у наружной поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; F — площадь поверхности ограждения, м^2 ; t_n — температура наружной поверхности ограждения, $^{\circ}\text{C}$; t_n — расчетная температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

При установившемся процессе передачи теплоты через ограждающую конструкцию будет иметь место равенство

$$Q_a = Q_d = Q_n = Q_0 = KF (t_a - t_n),$$

где K — коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Для однослойной конструкции он может быть выражен формулой

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n} \right)^{-1},$$

для многослойной

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_l}{\lambda_l} + \frac{1}{\alpha_n} \right)^{-1}.$$

Коэффициент K является величиной, обратной сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции R_0 , и выражает мощность теплового потока, который проходит через 1 м^2 ограждения, имеющего толщину δ и теплопроводность материала λ , при разности температур воздуха $t_a - t_n$, равной 1°C .

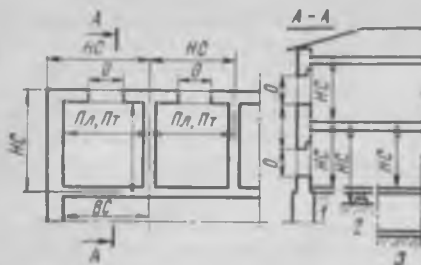


Рис. 11. Номинальные размеры ограждающих конструкций при определении расчетной площади поверхностей ограждающих конструкций:

1 — устройство полов по грунту; 2 — устройство полов на лагах; 3 — устройство пола над неотапливаемыми помещениями; НС — наружная стена; О — окно; Пл — пол; Пт — потолок; ВС — внутренняя стена

Для помещений, в которых недопустим конденсат на внутренней поверхности ограждений, проверяют наружные ограждения на конденсацию. С этой целью по формуле (3) вычисляют температуру внутренней поверхности ограждения и сравнивают ее с точкой росы воздуха в помещении. Вычисленная температура должна быть выше точки росы на 1—2°C. В противном случае необходимо утеплить конструкцию, т.е. увеличить ее сопротивление теплопередаче.

§ 17. ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ ЗДАНИЙ

В холодный и переходный периоды года здания и сооружения с положительными температурами внутреннего воздуха, превышающими температуру наружного воздуха, охлаждаются за счет расхода теплоты через ограждающие конструкции, на нагревание воздуха, поступающего через открываемые ворота, двери и другие проемы, а также за счет инфильтрации (просачивания) через различные неплотности в ограждающих конструкциях. Тепловые потери зданий через ограждающие конструкции можно восполнить в холодный период года за счет теплоты, выделяемой технологическим оборудованием, нагретыми материалами, а также вследствие инсоляции. Эти расходы теплоты называют тепловыми потерями зданий и делят на основные и добавочные.

Основные потери теплоты $Q_{осн}$ определяют суммированием потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции:

$$Q_{осн} = F_n (t_{в} - t_{н}) / R_0,$$

где F — расчетная площадь ограждающей конструкции, м².

Рис. 11 поясняет правила определения линейных размеров для расчета площади ограждающих конструкций. Размеры округляются с точностью до 0,1 м.

Площадь полов первого этажа на грунте или лагах разбивают на зоны (полосы) шириной 2 м. Площадь угловых участков пола, образованных наружными стенами в первой зоне, учитывают дважды. Для каждой из этих зон при неутепленных полах

вместо R_0 принимают условные значения его $R_{н.п.}$, равные соответственно нумерации зон: I—2,91; II—5,82; III—11,63; IV—19,2 м²·К/Вт.

При утеплении полов на грунте материалом, теплопроводность которого меньше 1, R_0 определяют по формуле

$$R_0 = R_{н.п.} + \delta_y / \lambda_y,$$

а для полов на лагах

$$R_0 = 1/0,85 R_{н.п.} + \delta_y / \lambda_y,$$

где δ_y — толщина утепляющего слоя, м; λ_y — коэффициент теплопроводности утепляющего слоя, Вт/(м·К).

Полы над подвалом или проветриваемым подпольем на зоны неутепляющего слоя не разбивают и R_0 определяют расчетным путем.

Добавочные потери теплоты $Q_{доб}$ определяют в долях единицы или в процентах от основных потерь по СНиП 2.04.05—86 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха». Так, для ограждающих конструкций, обращенных на север, восток, северо-восток, северо-запад, добавочные потери теплоты принимают равными 10%, на юго-восток и запад — 5% от основных. Если добавочные потери теплоты для данного ограждения устанавливают по направлению инфильтрации воздуха, то их суммируют и добавляют к основным потерям этой ограждающей конструкции. Общие тепловые потери $Q_{т.п.}$ (в Вт) определяют как сумму основных $Q_{осн.}$ и добавочных $Q_{доб}$ потерь: $Q_{т.п.} = Q_{осн.} + Q_{доб} = Q_{осн.} + m Q_{осн.}$.

Для поддержания температуры воздуха в помещении на данном уровне должно соблюдаться равенство $Q_{от.} + Q_{т.в.} = Q_{т.п.}$, которое выражает тепловой баланс помещения. Отсюда можно определить мощность нагревательных приборов отопления $Q_{от.} = Q_{т.п.} - Q_{т.в.}$.

За счет использования тепловыделений обо-

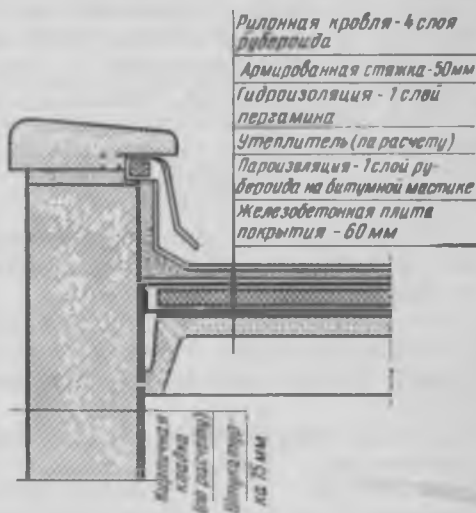


Рис. 12. Деталь примыкания покрытия к стене

**3. Удельная тепловая характеристика зданий [в Вт/(м³·К)]
при объеме здания V, м³**

Предприятие	До 5000	До 30 000
Мясной промышленности	0,35	0,23
Молочной промышленности	0,52	0,41

удовования $Q_{т.в}$ можно уменьшить расходы на отопление. При этом тепловыделения могут превышать тепловые потери или быть равными им. В этом случае предусматривают дежурное отопление для поддержания в помещении температуры воздуха на уровне 5°C, которое будет работать только в период остановки оборудования, выделяющего теплоту, если это необходимо и допустимо по условиям технологии и эксплуатации.

В некоторых случаях (при разработке задания на проектирование, технико-экономическом обосновании целесообразности для предприятия постройки собственной котельной или использования ТЭЦ, определения годового расхода топлива на отопление и т. п.) пользуются укрупненным показателем тепловых потерь — удельной тепловой характеристикой зданий q [в Вт/(м³·К)]:

$$q = Q_{т.п} / [V(t_{в} - t_{н})],$$

где V — объем здания, м³.

Средние значения удельной тепловой характеристики, определенные по статистическим данным для предприятий мясной и молочной промышленности в зависимости от их наружной кубатуры, приведены в табл. 3.

Пользуясь значениями удельной тепловой характеристики, можно приближенно определить тепловые потери всего здания:

$$Q_{т.п} = qV(t_{в} - t_{н}).$$

Если расчетные температуры воздуха в отдельных помещениях различны, то в формулу подставляют значение, характерное для большинства помещений.

Расчетная температура наружного воздуха $t_{н}$ зависит от географического расположения здания. Ее принимают равной средней температуре самой холодной пятидневки.

§ 18. ПРИМЕР ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Исходные данные. Городской молочный завод проектируется в г. Куйбышеве; расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха будут следующими: средняя наиболее холодной пятидневки $t_{н}'' = -33^{\circ}\text{C}$, наиболее хо-

холодных суток $t_{в}^c = -37^\circ\text{C}$, воздуха в помещении $t_{в} = 16^\circ\text{C}$, $\phi_{в} = 60\%$; стеновой материал — кладка из сплошного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе с внутренней штукатуркой из того же раствора толщиной 15 мм (рис. 12).

Решение. 1. Расчет толщины наружной стены.

Предварительно принимаем кладку в два кирпича 510 мм. В приложении 2 находим, что такая конструкция средней массивности, следовательно, расчетная температура наружного воздуха равна средней из температур $t_{в}^c$ и $t_{н}^c$, т. е. -35°C , $\Delta t'' = 8$ (см. приложение 3).

По формуле (1) находим требуемое минимально допустимое сопротивление теплопередаче стены:

$$R_{0\text{тр}} = \frac{nb(t_{в} - t_{н})}{\Delta t''} R_{в} = \frac{1 \cdot 1(16 + 35)}{8} 0,116 = 0,739 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт}.$$

Проверим соответствие действительного сопротивления теплопередаче наружной стены этому значению $R_{0\text{тр}}$ (значения коэффициентов приведены в приложении 5):

$$R_0 = R_{в} + R_{шт} + R_{кл} + R_{н} = R_{в} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{кл}}{\lambda_{кл}} + R_{н} = 0,116 + \frac{0,015}{0,58} + \frac{0,51}{0,56} + 0,043 = 1,095 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт},$$

что больше $R_{0\text{тр}}$ на 24%, т. е. стена отвечает теплотехническим требованиям — конденсации водяных паров на ее внутренней поверхности не будет. К тому же уменьшение толщины стены недопустимо по конструктивным соображениям.

2. Расчет толщины слоя теплоизоляции покрытия.

В приложении 4 находим, что бесчердачные покрытия относятся к легким конструкциям, и поэтому в качестве расчетной зимней температуры наружного воздуха принимаем среднюю температуру наиболее холодных суток $t_{н}^c = -37^\circ\text{C}$.

Нормируемый температурный перепад для покрытия $\Delta t'' = 7^\circ\text{C}$. Сопротивление теплопереходу у внутренней поверхности покрытия $R_{в} = 0,116 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт}$, $n = 1$, $b = 1,2$. По формуле (1) находим

$$R_{0\text{тр}} = \frac{1(16 + 37) 1,2}{7} 0,116 \approx 1,054 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт},$$

а толщину теплоизоляционного слоя по формуле (2):

$$\delta_{из} = 0,087 [1,054 - (0,116 + 0,153 + 0,043)] \approx 0,065 \text{ м} \approx 65 \text{ мм}.$$

$$\Sigma R_i = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,058 + 0,029 + 0,011 + 0,02 + 0,035 = 0,153 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт}.$$

Сопротивление рулонной кровли четыре слоя рубероида (10 мм);

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = 0,01 : 0,17 = 0,058 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт};$$

сопротивление армированной стяжки (50 мм)

$$R_2 = 0,05 : 1,69 = 0,029 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт};$$

сопротивление гидронизоляции (один слой пергамина; 2,0 мм)

$$R_3 = 0,002 : 0,17 = 0,011 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт};$$

сопротивление пароизоляции (один слой рубероида на битумной мастике; 3,0 мм)

$$R_4 = 0,003:0,12 = 0,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

сопротивление железобетонной плиты покрытия (60 мм)

$$R_5 = 0,06:1,69 = 0,035 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Плиты жесткие минераловатные выпускаются толщиной 40, 50 и 60 мм. Принимаем толщину слоя утеплителя 80 мм (два слоя плит по 40 мм), его термическое сопротивление составит

$$R_y = \frac{\delta_y}{\lambda_y} = \frac{0,08}{0,087} = 0,919 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Тогда $R_0 = R_4 + \Sigma R_1 + R_5 = 0,116 + 1,072 + 0,043 = 1,231 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Это больше $R_0^{\text{тр}}$ только на 16%, поэтому требуется проверить конструкцию покрытия на возможность образования конденсата на его внутренней поверхности.

3. Проверка покрытия на возможность образования конденсата на его внутренней поверхности.

При запase в 1—2 °С температура внутренней поверхности покрытия должна быть равна 9—10 °С.

По формуле (3) находим

$$\tau_b = 16 - \frac{16 + 37}{1,231} 0,116 = 11,01 \text{ °С}.$$

Так как 10,7 °С больше 10 °С, следовательно, на внутренней поверхности покрытия образования конденсата не будет.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как определяют сопротивление теплопередаче в ограждающей конструкции?

2. Что называется теплоустойчивостью ограждающей конструкции?

3. Как показатель массивности ограждения влияет на выбор расчетной температуры наружного воздуха при определении требуемого (необходимого) сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции отапливаемого здания?

4. По какой формуле определяется минимально допустимое требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций?

5. Назовите теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и их влияние на тепловые потери промышленных зданий.

6. Опишите правила определения линейных размеров при расчете площади поверхности ограждающих конструкций для расчета тепловых потерь промышленного здания.

7. Как определяют основные и добавочные потери теплоты промышленного здания?

8. Дайте определение тепловой характеристики промышленного здания и напишите формулу для вычисления тепловых потерь всего здания с использованием его тепловой характеристики.

§ 19. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Каждый строительный материал, выпускаемый промышленностью, должен соответствовать Государственному общесоюзному стандарту (ГОСТу). В нем содержатся описание материалов, его основных свойств, области применения, методы испытания и другие сведения.

Основные требования, предъявляемые к строительным материалам, зависят от условий их работы в конструкциях, от характера технологических процессов, протекающих в производственных и других помещениях. Кроме того, строительные материалы должны отвечать особым требованиям: гигиеническим, эксплуатационным, конструктивным и др. Они не должны выделять токсины, которые могли бы попасть в пищевые продукты и вызвать отравления при их употреблении. Материалы конструкций, подвергающихся воздействию молочной кислоты, крови, рассола, щелочных составов и других агрессивных сред, должны быть химически стойкими или защищенными от разрушения этими средами. При выборе материалов необходимо руководствоваться нормативными документами.

Строительные и теплоизоляционные материалы должны быть стойкими против грибков и не являться средой для развития микроорганизмов, не иметь запаха, который может адсорбироваться пищевыми продуктами. Отделочные материалы должны иметь гладкую поверхность, легко подвергающуюся санитарной обработке. Материалы несущих конструкций должны обладать необходимой прочностью, наружных ограждающих конструкций — атмосфероустойчивостью и малой теплопроводностью, а внутренних — звукопоглощением. Особые требования предъявляют к материалам для полов, подвергающимся значительным механическим и химическим воздействиям. Они должны быть водонепроницаемыми, химически стойкими, гладкими, но не скользкими, теплыми, устойчивыми против ударов. В помещениях с производственными процессами категорий А, Б, В, Е полы не должны искрить при ударах. Выбрать необходимые материалы, соответствующие заданным требованиям, можно только при знании основных свойств строительных материалов, к которым относятся удельная масса, плотность, пористость, водопоглощение, влажность, водо- и паропроницаемость, морозостойкость, теплопроводность, теплоемкость, огнестойкость, теплостойкость, химическая и биологическая стойкость, упругость, хрупкость, пластичность, твердость, прочность.

Наиболее широкое применение в строительстве получили материалы хвойных (сосна, ель, лиственница, пихта) и лиственных (дуб, бук, ясень и др.) пород деревьев благодаря высоким физико-механическим свойствам их древесины — сравнительно высокой прочности, упругости при малой объемной массе и теплопроводности, легкости и простоте обработки инструментами.

Но древесина обладает и многими отрицательными свойствами: анизотропностью (неоднородностью строения), высокой гигроскопичностью, загниваемостью, возгораемостью и др.

Перечисленные отрицательные свойства ограничивают область применения древесины, которая в виде бревен, пиломатериалов (рис. 13) и фанеры идет главным образом для изготовления столярных изделий и используется в качестве отделочного материала (шашки для полов, паркет, готовые деревянные

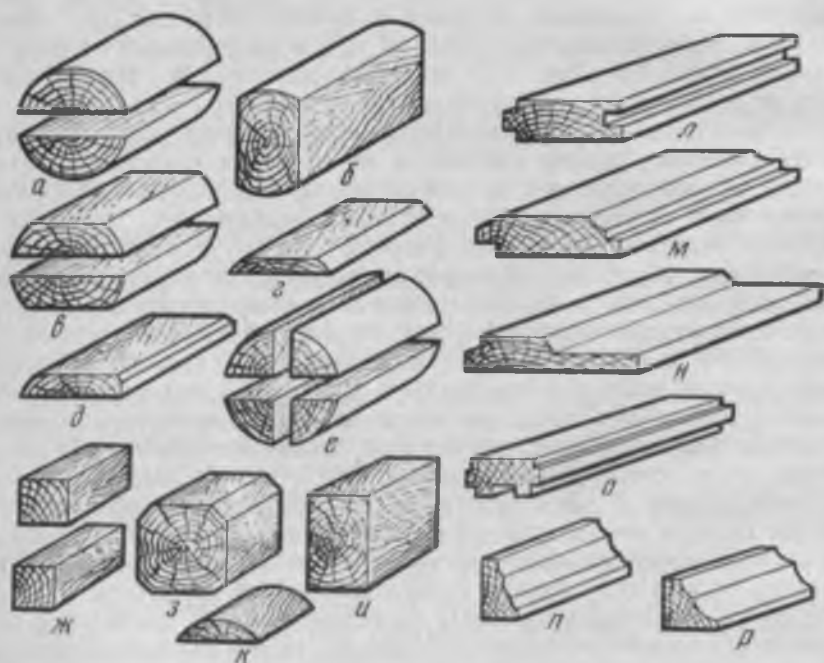


Рис. 13. Пиломатериалы и профильные деревянные изделия:

а — пластины; *б* — двухканатный брус; *в* — обрезные пластины; *г* — необрезные доски; *д* — доски с тупым обзолом; *е* — четвертины; *ж* — бруски; *з* — брус с обзолом; *и* — брус обрезной; *к* — горбыль; *л* — доска шпунтованная; *м* — доска-вагонка; *н* — наличник; *о* — поручень; *п* — плинтус; *р* — галтель

оконные переплеты, коробки, подоконники, дверные полотна и др.).

Различные горные породы находят применение в строительстве либо в качестве естественных строительных материалов, либо в качестве сырья для производства искусственных строительных материалов. В строительстве широко применяют бутовый камень, добываемый взрывным способом или выломкой из слонстых пород и применяемый для устройства фундаментов; щебень (куски размером до 150 мм), получаемый дроблением камня; песок и гравий, используемые в качестве заполнителей в бетонах и растворах (только песок).

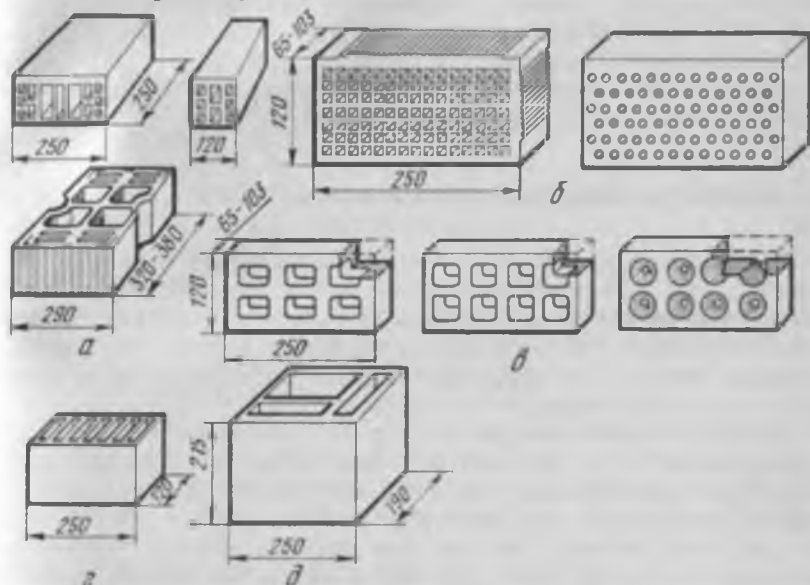


Рис. 14. Типы пустотелого кирпича и камней:

а — пустотелые керамические камни; **б** — пустотелый (многодырчатый) кирпич пластического формования; **в** — пустотелый кирпич полусухого прессования; **г** — сепараторный камень; **д** — камень для вентиляционного и газового каналов



Рис. 15. Стеновые облицовочные плитки и детали:

а — комплект плиток для стен и углов; **б** — встроенные детали; **в** — карниз и фризные плитки

Органические материалы. Основными органическими вяжущими материалами являются дегтевые и битумные материалы. Они представляют собой твердые тела или вязкие жидкости и отличаются гидрофобностью (плохой смачиваемостью водой) и растворимостью в органических растворителях (сероуглероде, бензоле и т. п.). Органические вяжущие материалы широко применяют в строительстве, а также для производства кровельных, гидроизоляционных, антисептических материалов.

Дегтевые материалы являются продуктом перегонки каменного угля, дерева, торфа и т. п. Вязкожидкие дегтевые материалы (при 20 °С) называют смолами, а вязкотвердые или полутвердые — пеками. В строительстве чаще применяют каменноугольные дегтевые материалы, и в частности антраценовое (крезотовое) масло, которое используют в качестве антисептика древесины, в составах для пропитки толя, для приготовления приклеивающих материалов и т. д. Из древесных дегтевых материалов практическое значение имеет древесная смола хвойных пород темно-коричневого и темно-бурого цвета.

Битумные материалы по виду исходного сырья подразделяют на природные, добываемые из горных пород, содержащих битума до 20% и более, нефтяные, получаемые из нефти окислением, паровой или вакуумной разгонкой, сланцевые, добываемые из отходов при переработке битуминозных сланцев.

Чаще всего используют нефтяные битумы марок БН-IV, БН-V и БН-Vк. Их используют в кровельных и гидроизоляционных работах в качестве склеивающих, обмазочных составов в чистом виде и с разнообразными минеральными пылевидными и волокнистыми наполнителями. Битумную массу применяют в разогретом до температуры плавления или холодном состоянии со специальными растворителями (зеленым маслом и т. п.). Промышленностью выпускаются также нефтяные кровельные битумы — пропиточный БНК-2 и покровный БНК-5.

Строительные растворы. Их подразделяют на простые, состоящие из одного вида вяжущего материала (цемента, известия, гипса и др.), воды и мелкого заполнителя (кварцевого песка и др.), и сложные, в которых к вяжущему материалу добавляют пластификатор — неорганический тонкомолотый (известь, глина, зола и др.) или органический поверхностно-активный (мылонафт, омыленный древесный пек и др.).

Простые растворы называют по виду вяжущего вещества: цементные, известковые, гипсовые. Для сложных (смешанных) растворов к названию вяжущего вещества добавляют пластификаторы: цементно-известковые, цементно-глиняные, гипсонизвестковые и др. Исходя из свойств вяжущего вещества растворы характеризуются областью применения (воздушные или гидравлические).

Растворы с заполнителем в виде обычного кварцевого песка, имеющие объемную массу 1500 кг/м^3 и выше, называют тяжелыми. Легкие растворы в качестве заполнителя имеют пемзовый, ракушечный, шлаковый песок, объемная масса этих растворов меньше 1500 кг/м^3 .

Прочность раствора выражают маркой, которая обозначает предел прочности на сжатие образцов кубической формы с размером граней $7,07 \times 7,07 \times 7,07 \text{ см}$. Установлены следующие марки растворов: 2, 4, 10, 15, 25, 50, 100, 150, 200. Марка раствора для кладки должна соответствовать напряжению кладки. Состав растворов выражают массовыми или объемными соотношениями: в простых растворах — вяжущего материала и наполнителя, в сложных (смешанных) — вяжущего материала, пластификатора и наполнителя. Наиболее употребительным для кладки стен влажных помещений мясной и молочной промышленности является раствор состава 1:0,7:12 — цемент (марки 300) : известковое тесто : песок; для штукатурки тех же стен — состава 1:3 — цемент (марки 300) : песок. При этом марка раствора должна быть не ниже 10.

§ 22. БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Искусственный камень, получаемый в результате отвердевания смеси из вяжущего вещества (главным образом цемента), воды, мелкого заполнителя (песка) и крупного заполнителя (щебня или гравия), называют бетоном.

Инертные заполнители (песок, гравий, щебень), составляющие 80—90% объема бетона, являются обычно местными, делая бетон весьма дешевым.

Бетон хорошо сопротивляется сжатию и плохо — растяжению и изгибу: прочность бетона при растяжении в 8—15 раз меньше, чем при сжатии. Для устранения этого недостатка бетонные конструкции, подверженные воздействию растягивающих, изгибающих и скалывающих усилий, армируют стальными стержнями различных профилей диаметром от 6 до 90 мм, соединяя их проволокой или сваркой. В результате образуется железобетон, ставший основным материалом в строительстве промышленных зданий и сооружений, а также в изготовлении несущих конструкций (фундаментов, колонн, балок, плит, перекрытий и покрытий).

По способу армирования железобетона конструкции делят на предварительно напряженные и с обычной арматурой. Предварительное напряжение осуществляют в конструкциях, работающих на растяжение (в стеновых панелях, балках, фермах, ригелях, настилах перекрытий и т.п.). Оно может проводиться механическим растяжением в пределах упругости или нагрева-

Органические материалы. Основными органическими вяжущими материалами являются дегтевые и битумные материалы. Они представляют собой твердые тела или вязкие жидкости и отличаются гидрофобностью (плохой смачиваемостью водой) и растворимостью в органических растворителях (сероуглероде, бензоле и т. п.). Органические вяжущие материалы широко применяют в строительстве, а также для производства кровельных, гидроизоляционных, антисептических материалов.

Дегтевые материалы являются продуктом перегонки каменного угля, дерева, торфа и т. п. Вязкожидкие дегтевые материалы (при 20 °С) называют смолами, а вязкотвердые или полутвердые — пеками. В строительстве чаще применяют каменноугольные дегтевые материалы, и в частности антраценовое (крезотовое) масло, которое используют в качестве антисептика древесины, в составах для пропитки толя, для приготовления приклеивающих материалов и т. д. Из древесных дегтевых материалов практическое значение имеет древесная смола хвойных пород темно-коричневого и темно-бурого цвета.

Битумные материалы по виду исходного сырья подразделяют на природные, добываемые из горных пород, содержащих битума до 20% и более, нефтяные, получаемые из нефти окислением, паровой или вакуумной разгонкой, сланцевые, добываемые из отходов при переработке битуминозных сланцев.

Чаще всего используют нефтяные битумы марок БН-IV, БН-V и БН-Vк. Их используют в кровельных и гидроизоляционных работах в качестве склеивающих, обмазочных составов в чистом виде и с разнообразными минеральными пылевидными и волокнистыми наполнителями. Битумную массу применяют в разогретом до температуры плавления или холодном состоянии со специальными растворителями (зеленым маслом и т. п.). Промышленностью выпускаются также нефтяные кровельные битумы — пропиточный БНК-2 и покровный БНК-5.

Строительные растворы. Их подразделяют на простые, состоящие из одного вида вяжущего материала (цемента, извести, гипса и др.), воды и мелкого заполнителя (кварцевого песка и др.), и сложные, в которых к вяжущему материалу добавляют пластификатор — неорганический тонкомолотый (известь, глина, зола и др.) или органический поверхностно-активный (мылонафт, омыленный древесный пек и др.).

Простые растворы называют по виду вяжущего вещества: цементные, известковые, гипсовые. Для сложных (смешанных) растворов к названию вяжущего вещества добавляют пластификаторы: цементно-известковые, цементно-глиняные, гипсоизвестковые и др. Исходя из свойств вяжущего вещества растворы характеризуются областью применения (воздушные или гидравлические).

Растворы с заполнителем в виде обычного кварцевого песка, имеющие объемную массу 1500 кг/м^3 и выше, называют тяжелыми. Легкие растворы в качестве заполнителя имеют пемзовый, ракушечный, шлаковый песок, объемная масса этих растворов меньше 1500 кг/м^3 .

Прочность раствора выражают маркой, которая обозначает предел прочности на сжатие образцов кубической формы с размером граней $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см. Установлены следующие марки растворов: 2, 4, 10, 15, 25, 50, 100, 150, 200. Марка раствора для кладки должна соответствовать напряжению кладки. Состав растворов выражают массовыми или объемными соотношениями: в простых растворах — вяжущего материала и наполнителя, в сложных (смешанных) — вяжущего материала, пластификатора и наполнителя. Наиболее употребительным для кладки стен влажных помещений мясной и молочной промышленности является раствор состава 1:0,7:12 — цемент (марки 300) : известковое тесто : песок; для штукатурки тех же стен — состава 1:3 — цемент (марки 300) : песок. При этом марка раствора должна быть не ниже 10.

§ 22. БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Искусственный камень, получаемый в результате отвердевания смеси из вяжущего вещества (главным образом цемента), воды, мелкого заполнителя (песка) и крупного заполнителя (щебня или гравия), называют бетоном.

Инертные заполнители (песок, гравий, щебень), составляющие 80—90% объема бетона, являются обычно местными, делая бетон весьма дешевым.

Бетон хорошо сопротивляется сжатию и плохо — растяжению и изгибу: прочность бетона при растяжении в 8—15 раз меньше, чем при сжатии. Для устранения этого недостатка бетонные конструкции, подверженные воздействию растягивающих, изгибающих и скалывающих усилий, армируют стальными стержнями различных профилей диаметром от 6 до 90 мм, соединяя их проволокой или сваркой. В результате образуется железобетон, ставший основным материалом в строительстве промышленных зданий и сооружений, а также в изготовлении несущих конструкций (фундаментов, колонн, балок, плит, перекрытий и покрытий).

По способу армирования железобетона конструкции делят на предварительно напряженные и с обычной арматурой. Предварительное напряжение осуществляют в конструкциях, работающих на растяжение (в стеновых панелях, балках, фермах, ригелях, настилах перекрытий и т. п.). Оно может проводиться механическим растяжением в пределах упругости или нагрева-

нием арматуры электрическим током с последующим заанкериванием в упорах стенда или формы перед заполнением бетонной смесью. После затвердевания бетона растягивающие усилия снимают.

Напряжение арматуры можно выполнять и в готовой бетонной конструкции. Для этого при изготовлении конструкции в ней делают сквозные каналы в виде трубок и протягивают по ним пучки проволоки или стальные арматурные канаты. Растянув и закрепив их анкерами на концах конструкции, заполняют каналы цементными растворами.

Бетон с предварительно напряженной арматурой менее подвержен образованию трещин в зоне растяжения конструкции, что особенно важно в конструкциях больших пролетов. Кроме того, применение стержней из высокопрочной стали уменьшает массу конструкций до 30%.

Бетон, применяемый для бетонных и железобетонных конструкций, по его объемной массе делят на тяжелый, имеющий объемную массу 1800 кг/м^3 и более, легкий — с объемной массой менее 1800 кг/м^3 — и особо легкий (ячеистый) — с объемной массой до 600 кг/м^3 .

Для тяжелых бетонов установлены марки 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 и 600; для легких — 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200; для ячеистых бетонов (теплоизоляционных) — 5, 10, 15, 25. Марка бетона обозначает величину предела его прочности при сжатии образцов размерами $200 \times 200 \times 200 \text{ мм}$ в 28-дневном возрасте и зависит от качества цемента (марка бетона прямо пропорциональна марке цемента при прочих равных условиях), от водоцементного отношения, зернового состава, качества заполнителей (бетон со щебнем прочнее, чем с гравием), состава смеси в массовом или объемном отношении, от способа изготовления, укладки, уплотнения, возраста и условий ее отвердевания.

§ 23. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционные материалы. Материалы, предназначенные для защиты помещений или отдельных конструкций и установок от потери или притоков теплоты, называют теплоизоляционными.

На предприятиях мясной и молочной промышленности имеются разнообразные объекты, нуждающиеся в тепловой изоляции. В их составе всегда есть холодильные камеры или холодильники. Для уменьшения в них теплопритоков наружные стены должны иметь теплоизоляционный слой толщиной, зависящей от температурного режима охлаждаемых помещений. Паровые и водогрейные котлы, трубопроводы и различные тепло-

обменные аппараты тоже покрывают теплоизоляционным слоем для уменьшения потерь теплоты в окружающую среду.

Теплоизоляционные материалы, или изоляторы, классифицируют по их происхождению (органические, неорганические и смешанные) и структуре (засыпные, или рыхлые, мягкие, или гибкие, плитные, или жесткие).

Марку теплоизоляционного материала определяют в сухом состоянии по его объемной массе. СНиПом установлены следующие марки теплоизоляционных материалов: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700.

Органические теплоизоляционные материалы получают из растительных и животных волокон. Ранее наиболее часто применяли торфоплиты, изготавливаемые из торфа сфагнума (верхний неразложившийся слой), древесноволокнистые плиты, получаемые из отходов древесины, пробковые плиты — из крошки натуральной пробки. К неорганическим теплоизоляторам, получаемым в основном из горных пород, стекла и шлаков, относят минераловатные плиты, ячеистые бетоны, пеностекло. Особое место занимают теплоизоляционные материалы на основе полимеров (поропласты, сотопласты). Смешанные теплоизоляционные материалы представляют собой смесь органических и неорганических материалов. Например, цементно-фибритовые плиты получают из древесной стружки мягких пород дерева, смешанной с портландцементом, спрессованной и прошедшей тепловую обработку.

Наибольшее распространение при строительстве предприятий мясной и молочной промышленности получили неорганические теплоизоляторы и материалы на основе полимеров.

Минераловатные плиты, один из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов, получают из минеральной ваты при обработке ее водно-битумной эмульсией или синтетическими смолами с последующим формованием, прессованием и прогреванием для сушки и полимеризации. Их применяют для изоляции ограждающих конструкций, трубопроводов и оборудования холодильников, а также для утепления стен, покрытий и промышленного оборудования при температуре до 60 °С (на битумной связке) и до 200 °С (на синтетической связке).

Ячеистые бетоны (пенобетон, газобетон и др.) представляют собой легкие камневидные блоки с равномерно распределенными в них мелкими ячейками, заполненные воздухом или газом. Область применения — утепление ограждающих конструкций и промышленного оборудования при температуре до 400 °С, а также устройство межкамерных перегородок в холодильниках.

Пеностекло получают путем спекания стекольного сырья (стекольного боя) или горных пород вулканического происхож-

дения с газообразователями и выпускают в виде блоков, плит, скорлуп и сегментов пористой структуры. Пеностекло не горит, не гниет и легко обрабатывается, температуростойкость обычного пеностекла 300—400 °С.

Поропласты представляют собой легкие пористые пластины (плиты) с ячейками, наполненными воздухом или каким-либо газом.

Их подразделяют на ячеистые, или пенистые, с замкнутыми, не сообщающимися между собой ячейками, и пористые с системой сообщающихся между собой ячеек (пор). Однако это разграничение условно, так как большинство из них обладают смешанной структурой. К поропластам относят поливинилхлоридные пенопласты, пенополиуретан, беспрессовый пенополистирол.

Поливинилхлоридные пенопласты ПВХ-1 и ПВХ-2 представляют собой легкий жесткий материал с равномерной замкнуто-пористой структурой. Он имеет высокую прочность, малую теплопроводность, морозостоек, водостоек и относится к трудногорючим материалам. Применяется для охлаждаемых сооружений и устройств специального назначения.

Пенополиуретан — жесткий материал мелкопористой структуры, имеет хорошую прочность, водостойкость, морозостойкость и малую теплопроводность. Его применяют для изготовления плит, а также для тепловой изоляции. Требуемый слой тепловой изоляции получают напылением материала на изолируемую поверхность с помощью специального аппарата или заполнением пространства между изолируемой стенкой и заранее установленной внешней оболочкой изоляции.

Наиболее широко применяют сейчас беспрессовый пенополистирол ПСВ и ПСВ-С. Пенополистирол ПСВ-С обладает достаточной механической прочностью. Его применяют для тепловой изоляции наружных стен холодильников, перекрытий и покрытий, а также при строительстве предприятий в качестве среднего слоя в трехслойных крупноразмерных панелях. Пенополистирол ПСВ-С имеет в своем составе тетрабромпарахлорид, который делает его самозатухающим, т.е. горение или плавление прекращается сразу же после удаления источника огня.

Сотопласты отличаются от поропластов регулярно повторяющимися полостями в виде пчелиных сот. Сотопласты получают методом горячего формования листов бумаги, шпона, ткани и т.п. после предварительной пропитки их терморезистивным полимером. Их применяют в основном как наполнитель трехслойных панелей.

Акустические материалы. Они предназначены для изоляции помещений с высоким уровнем шума от других помещений, а также для изоляции самих источников шума внутри помеще-

ний. Как правило, акустические материалы, или звукоизоляторы, являются высокопористыми.

В качестве исходного сырья для производства многих звукоизоляционных материалов применяют минеральную вату, пробковую крошку и ультратонкое стекловолокно. Особенно эффективна гранулированная минеральная вата, очищенная от корольков и сформированная в виде гранул. Из нее делают маты на связке из синтетической смолы с односторонним и двусторонним покрытием из импрегнированной бумаги, применяющиеся для звукоизоляции перекрытий; плиты минераловатные на связке из синтетических смол с объемной массой 150 кг/м^3 для звукоизоляции перекрытий — «плавающих» полов и звукопоглощающих вертикальных конструкций; акустические плиты из минеральной ваты с крахмалом, бетонитом и каолином, используемые в качестве звукоизоляции и декоративной акустической облицовки.

В качестве подкладочного слоя для «плавающих» полов применяют также плиты из пробковой крошки на битумной связке. Хорошим звукопоглощающим материалом является ультратонкое стекловолокно (типа штапельного) на связке искусственных смол. Слой стекловолокна, закрепленный на конструкции и облицованный перфорированным листовым материалом, поглощает звуковые волны, проникающие через перфорацию.

§ 24. КРОВЕЛЬНЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В промышленном строительстве наибольшее распространение получили кровли и гидроизоляционные покрытия из рулонных материалов, которые получают путем пропитки и покрытия битумами или дегтями какой-либо основы (картона кровельного, асбестового) или прокатки на каландрах смеси битума или дегтя с наполнителями и добавками (асбестового волокна с добавкой талька и т. п.). Последние называют безосновными материалами.

Кровельные материалы. Рулонные материалы, получаемые только одной пропиткой основы органическими вяжущими веществами, называют беспокровными и применяют, как правило, для наклейки нижних и средних слоев рулонной кровли. Когда на пропитанную основу наносят дополнительный слой вяжущего вещества, получают материал с покровным слоем, более устойчивый против атмосферных воздействий, который применяется для верхних слоев кровельного ковра.

В зависимости от материала пропитки различают битумные (пергамин, руберонд) и дегтевые (толь беспокровный и покровный) кровельные материалы.

Пергамин марок П-300 и П-350 изготавливают пропиткой нефтебитумом картона (цифрой обозначена масса 1 м² картона в г) и применяют в качестве подкладочного материала (нижних слоев) в рубероидной кровле, а также для гидроизоляции.

Рубероид отличается от пергамина наличием покровного слоя из тугоплавкого битума и посыпки — крупнозернистой или чешуйчатой с одной или обеих сторон. В зависимости от вида посыпки и картона различают следующие марки рубероида: РК-420 — кровельный с крупнозернистой посыпкой, РЧ-350 — кровельный с чешуйчатой посыпкой, РП-250 — подкладочный с мелкой минеральной посыпкой.

Толь беспокровный (марок ТК-350 и ТР 350) представляет собой кровельный картон, пропитанный каменноугольными или сланцевыми дегтепродуктами, без покровного слоя и минеральной посыпки, ТК (толь-кожа) предназначен в основном для кровель и пароизоляции, а ТГ (толь гидроизоляционный) — для гидроизоляции конструкций.

Толь покровный — кровельный картон, пропитанный дегтем и покрытый тонким слоем дегтя с минеральной посыпкой.

Гидроизоляционные материалы. Они отличаются от кровельных негниющей минеральной основой (асбестовый картон, стеклоткань) или металлической основой в виде фольги. К этой группе материалов относят гидроизол, битумированную стеклоткань и стекловолок, металлоизол, изол, бризол и фольгоизол.

Гидроизол представляет собой асбестовый картон, пропитанный нефтебитумами БН-II-У и БН-III-У. Он предназначен для сооружений I—II классов при повышенной гнилостойкости (подземных и других сооружений).

Битумированные стеклоткань и стекловолок применяют в качестве подкладочного материала в кровлях. Пропитка стеклоткани или стекловолокна осуществляется чистым битумом или сплавом битума с резиной.

Металлоизол — материал из алюминиевой фольги толщиной около 0,2 мм, покрытый с обеих сторон слоем нефтебитума. Его применяют для оклеечной гидроизоляции конструкций подземных сооружений I класса.

Изол и бризол весьма близки по составу, способу изготовления, свойствам и области применения. Их изготавливают путем прокатки на каландрах смеси битума, отработанной резины и асбестового волокна. Толщина полотна изола 1,6—2 мм, он водонепроницаем, эластичен, не ломается при отрицательных температурах (до —10 °С) и предназначен для гидроизоляции плоских крыш, стен, подвалов, фундаментов и др.

Фольгоизол — рулонный двухслойный материал, состоящий из рифленой или гладкой фольги, покрытой с нижней стороны защитным и приклеивающим слоем битумно-резиновой мастики. Толщина фольги и мастичного слоя колеблется в зависимости от требований в пределах: фольги — от 0,1 до 0,3 мм, мастики — от 0,8 до 4 мм. Фольгоизол можно использовать как кровельный материал, а также как совмещенный пароизоляционный и отделочный слой по теплоизоляции трубопроводов, особенно проложенных вне здания.

§ 25. МАСТИКИ

Мастики применяют для шпаклевки деревянных оснований под рулонную кровлю, наклейки рулонных материалов (в том числе и полимерных) на различные поверхности (деревянные, бетонные, кирпичные и др.), устройства пароизоляции, склеивания полос рулонных материалов при многослойных кровлях, а также для защитного покрытия рулонной кровли снаружи.

Мастики различают по виду исходного вяжущего вещества (битумные, резинобитумные, битумополимерные, дегтевые, дегтеполимерные, гудрокамовые, гудрокамополимерные) и способу применения — с предварительным подогревом (горячие), без подогрева (холодные).

Горячие мастики получили наибольшее распространение. Температура подогрева мастик следующая: битумных — 160—180 °С, резинобитумных — 170—180, битумополимерных — до 120, дегтевых и гудрокамовых — 130—150, дегтеполимерных — 70—90, гудрокамополимерных — 70 °С.

С целью повышения теплостойкости летом и уменьшения хрупкости зимой в мастики вводят от 10 до 30 % наполнителя в виде различных порошков (тальк, трепел, кирпичный порошок, тонкомолотый известняк и др.), а также в виде асбестового волокна (7-й сорт) и асбестовой пыли.

Холодные мастики представляют собой коллоидный раствор органического вяжущего вещества (битума, песка и др.) в органическом растворителе (лигронне, керосине, уайт-спирите, зеленом нефтяном масле и др.). В состав холодной мастики входят также наполнитель, пластификатор, антисептик.

§ 26. АСФАЛЬТОВЫЕ РАСТВОРЫ И БЕТОНЫ

Асфальтовый раствор представляет собой смесь вяжущего вещества (битума) и песка. Растворы применяют для устройства гидроизоляции и асфальтового чистого пола.

В мясной и молочной промышленности асфальтовые полы устраивают в помещениях без мокрых процессов (холодильных

камерах, экспедициях), в помещениях с мокрыми процессами, не требующих мытья полов и панелей из шланга (в помещениях для приготовления рассола, обработки шкур, рогов, копыт и т. п.).

Асфальтобетон отличается от асфальтового раствора наличием крупных наполнителей (щебня или гравия) наряду с мелкими наполнителями (песком и минеральным порошком). Асфальтобетон применяют для устройства дорог на территории предприятия и вне ее. Иногда для обеспечения водонепроницаемости кровли стяжку (выравнивающий слой) по утеплению делают из асфальтобетона.

По степени подвижности различают жесткие и пластичные асфальтобетоны. Первые требуют уплотнения вибрацией или укаткой, вторые не требуют.

§ 27. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

В промышленном строительстве в большом количестве применяют черные металлы (сталь и чугун), а также цветные (алюминий, его сплавы и др.).

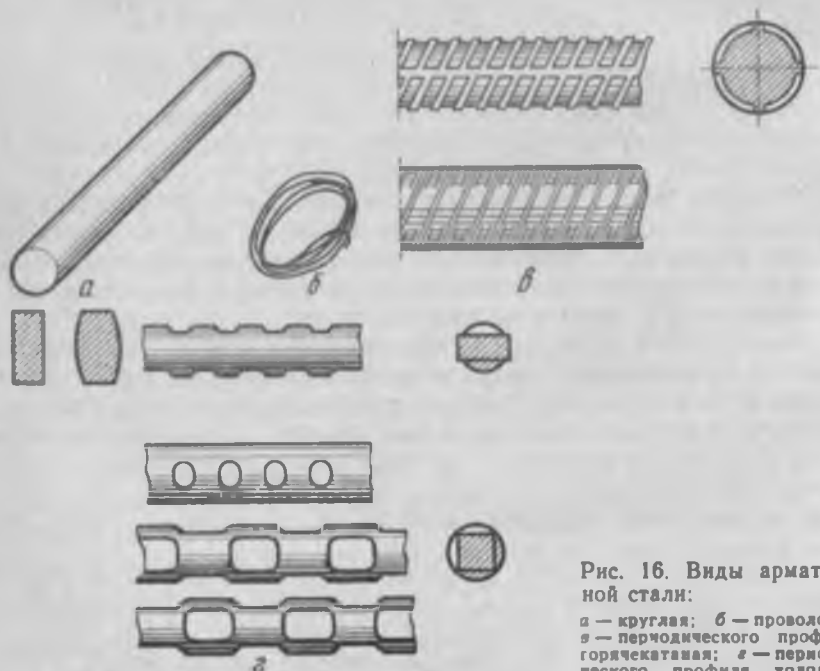


Рис. 16. Виды арматурной стали:

а — круглая; б — проволока; в — периодического профиля горячекатаная; г — периодического профиля холодно-плющенная

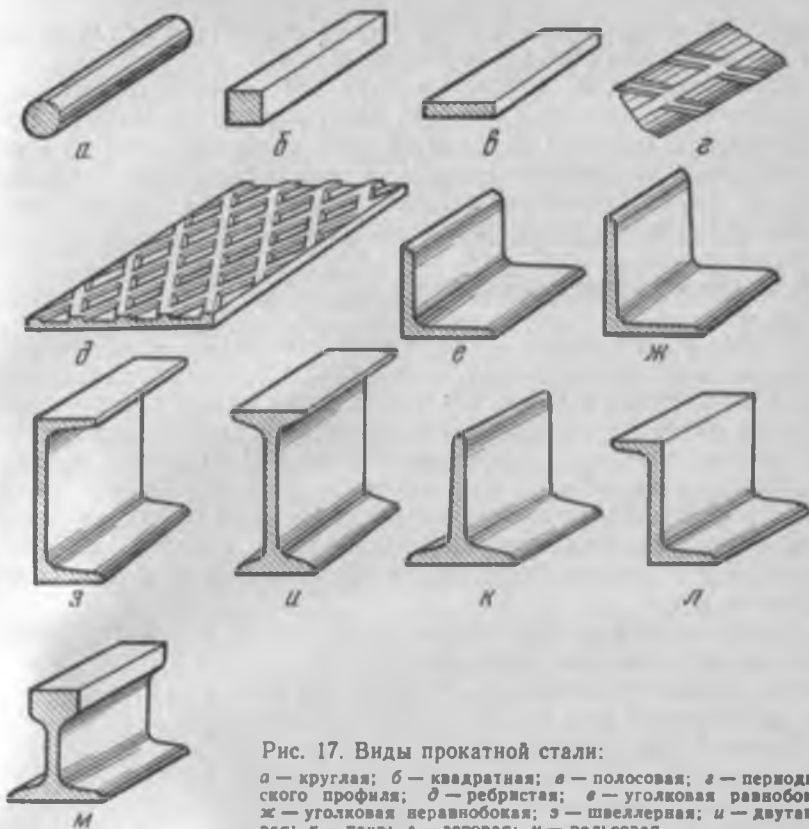


Рис. 17. Виды прокатной стали:

а — круглая; б — квадратная; в — полосовая; г — периодического профиля; д — ребристая; е — уголко́вая равнобо́кая; ж — уголко́вая неравнобо́кая; з — швеллерная; и — двутавровая; к — таир; л — зетовая; м — рельсовая

Изготовление железобетона обязательно предполагает стальную арматуру. Из стали выполняют каркасы зданий и сооружений, элементы конструкций. В мясной и молочной промышленности сталь идет на устройство различных площадок, антресолей. Стальные конструкции обладают высокой механической прочностью и в определенных условиях (сухой режим помещений, отсутствие агрессивной среды) достаточной долговечностью. Однако они имеют и недостатки: дороги, подвержены коррозии, деформации при воздействии высоких температур. Виды стальных материалов показаны на рис. 16 и 17.

Чугун применяют в тех строительных конструкциях и изделиях, к которым предъявляют следующие требования: они должны обладать высокой механической прочностью, особенно на сжатие (колонны, опорные подушки), огнестойкостью и не бояться коррозии. Из чугуна делают водопроводные и канали-

зационные трубы, отопительные котлы и приборы, а также ворота, обрамления колонн, ограждения и т. д.

Алюминий и его сплавы находят все большее применение в современном строительстве для изготовления оконных и дверных коробок, оконных переплетов, витражей, обрамлений стеклянных дверных полотен и др. Прочные алюминиевые сплавы идут на такие строительные конструкции, как стропильные фермы, стеновые и перегородочные панели и т. п.

§ 28. СТЕКЛО И СТЕКЛЯННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Стекло представляет собой сплав щелочных и щелочноземельных силикатов. Его получают плавлением смеси кварцевого песка, известняка и соды. В строительстве находит применение обычное листовое, армированное, узорчатое, закаленное, полужакаленное, гнутое и матированное стекло. К изделиям из стекла относят стеклоблоки, стеклопакеты, стеклопрофилит швеллерного и коробчатого профиля, стеклокристаллические материалы (ситаллы и шлакоситаллы), а также полотна дверные, панели многослойные стеновые, трубы стеклянные, плиты облицовочные и т. п.

Листовое стекло, получившее наибольшее распространение, изготавливают способом вытягивания или проката. Оно имеет марки, соответствующие его толщине (в мм): 2 (2,5) — одинарное, полуторное; 4 — двойное; 5 (6) — утолщенное.

Стеклоблоки, стеклопакеты и стеклопрофилит используют для устройства светопрозрачных перегородок, кровли и заполнения оконных проемов. Кроме того, стеклоблоки рекомендуются применять в цехах с агрессивными средами и в обычных производственных помещениях с постоянным температурно-влажностным режимом.

Ситаллы получают из стеклянной массы, а шлакоситаллы — из металлургических шлаков с введением специальных добавок и тепловой обработкой, обеспечивающей их кристаллизацию. Наиболее распространены шлакоситаллы, как более дешевые материалы. Они идут на устройство полов, защитной облицовки стен и перегородок при химическом воздействии на них. При вспучивании шлакоситаллов получают ячеистый теплоизоляционный материал.

§ 29. МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПЛАСТМАСС

Строительные материалы и изделия на основе пластмасс представляют собой высокомолекулярные соединения, получаемые на основе природных и искусственных (синтетических) связующих смол и содержащие различные органические и минеральные наполнители.

К материалам для строительных конструкций относят стеклопластики, органическое стекло, рулонные, листовые и плиточные материалы.

Стеклопластики выпускают в виде плоских и волнистых листов, погонажных изделий (плинтусы, поручни, наличники, раскладки и т. п.). Наиболее распространенным является СВАН (стекловолоконный анизотропный материал), армированный непрерывными прямолинейными волокнами, расположенными слоями по толщине изделия. Связующим элементом являются фенолформальдегидные, эпоксидно-фенольные и другие смолы. Высокая химическая стойкость материала против агрессивных жидкостей способствует широкому применению его для транспортирования молочных продуктов, а также продуктов разделки туш.

Органическое стекло представляет собой полимерное соединение, полученное на основе полиметилметакрилатовой смолы. Оно применяется в световых проемах зенитного освещения промышленных зданий.

К рулонным материалам относят различные линолеумы для покрытий полов — глифталевый, или полиэфирный на тканевой основе, поливинилхлоридный (на тканевой основе, на тепло- и звукоизолирующей пористой основе), резиновый, или релин (многослойный безосновный, на тепло- и звукоизолирующей пористой основе), для отделки стен — линкруст.

К листовым материалам относят декоративный бумажно-слоистый пластик, применяемый для облицовки стен производственных помещений нашей отрасли с повышенным санитарным режимом, древесно-волоконистые и древесно-стружечные плиты: сверхтвердые, твердые, полутвердые (офактуренные и неофактуренные).

Плиточные материалы (поливинилхлоридные, полистирольные и другие плитки) применяют для отделки стен и полов.

§ 30. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лакокрасочные материалы представляют собой вязкожидкие вещества, применяемые в малярных работах для защиты поверхностей ограждений или столярных изделий от воздействия неблагоприятной среды и придания им хорошего внешнего вида. К ним относят составы, наносимые перед малярной отделкой для выравнивания и придания однородности поверхностям ограждений или столярных изделий (грунтовки, шпаклевки); красочные составы (краски) из какого-либо связующего материала и пигмента (цветного порошка) заданного цвета, применяемые

для покрытия поверхности тонким слоем, превращающимся в прочно сцепленную с материалом поверхности пленку.

Известковые или цементные краски, разведенные водой, применяют для окраски наружных и внутренних поверхностей стен помещений с повышенной влажностью.

Силикатными красками, связующим материалом в которых является жидкое стекло, окрашивают фасады зданий.

Масляные краски состоят из пигментов и наполнителей в смеси с олифой из растительных масел, а эмалевые краски представляют собой суспензии минеральных или органических пигментов с синтетическими или масляными лаками.

Лаки — это растворы смол в летучих растворителях. После того как растворитель улетучится, оставшаяся в виде тонкой пленки смола придает поверхности блеск и твердость.

Кроме того, применяют краски на битумной и полимерной основе.

Битумной краской (раствор нефтебитума в бензине или керосине) защищают от увлажнения бетонные конструкции, расположенные ниже поверхности земли в слабоагрессивной среде. При действии кислот и агрессивных вод их покрывают битумно-этинолевым лаком (раствор битума в лаке-этиноле).

Из полимерных красок наибольшее распространение получили перхлорвиниловые, которые делят на атмосферостойкие — марки ПХВ и ХВ и химически стойкие — марки ХСЭ, а также фасадные — марки ХВ-161. Универсальностью отличаются эпоксидные лакокрасочные материалы (на основе эпоксидных смол), относящиеся к химически стойким материалам. Они обладают высокой стойкостью к химическим воздействиям и хорошим сцеплением со всеми строительными материалами, а также твердостью, светостойкостью, диэлектрическими свойствами. Для защиты металлов и железобетона в конструкциях, подверженных воздействию химически агрессивных сред, используют лакокрасочные материалы на основе полиуретанов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие основные требования предъявляют к строительным материалам в зависимости от условий их работы в конструкциях?

2. Укажите область применения древесины в промышленном строительстве.

3. Какие керамические изделия и для каких целей применяют в строительстве предприятий мясной и молочной промышленности?

4. Назовите основные неорганические и органические вяжущие материалы, их свойства и применение.

5. На какие категории делят строительные растворы, их свойства и область применения?

6. Как изготовляют железобетон с предварительно напряженной арматурой? В чем его преимущества перед обычным железобетоном?

7. Как подразделяют теплоизоляционные материалы по их происхождению и структуре?

8. Назовите основные кровельные и гидроизоляционные материалы, их свойства и применение.

9. Охарактеризуйте асфальтовые растворы и бетоны, область применения каждого из них.

10. Какие металлы и стеклянные изделия применяют в строительстве предприятий мясной и молочной промышленности?

11. Перечислите листовые и рулонные материалы на основе пластических масс, применяемые в промышленном строительстве.

Глава 5. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

§ 31. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Основание — это часть массива грунта, воспринимающая массу сооружения со всеми действующими на него нагрузками. Если грунт способен нести эту нагрузку, основание называют естественным. В противном случае повышают его несущую способность, такое основание является искусственным (свайные основания, песчаные подушки).

Основание под фундамент готовят на некоторой глубине от поверхности земли, называемой *глубиной заложения фундамента*. Это обусловлено тем, что верхний слой грунта почти всегда представляет собой растительный слой, содержащий остатки корней, растений и случайные примеси (мусор и т. п.), и поэтому не может нести нагрузки от здания.

Глубина заложения фундаментов зависит от природных условий (геологических и гидрогеологических свойств грунта и уровня грунтовых вод), а также от характера и конструктивных особенностей сооружения и примыкающих к нему зданий (наличие подвалов, фундаментов под оборудование, величины нагрузок и др.). При глубине промерзания менее 0,5 м минимальная глубина заложения фундаментов под наружные конструкции во всех грунтах, кроме скальных и пучинистых, равна 0,5 м от поверхности планировки или пола подвала. При глубине промерзания более 0,5 м для пучинистых грунтов минимальную глубину заложения фундамента определяют исходя из фактической глубины промерзания грунта плюс 20% от этой глубины. Глубина заложения фундамента на скальных грунтах зависит от расположения этого грунта.

Под внутренними колонны в отапливаемых зданиях, а также под пристенные колонны в южных районах с глубиной промерзания менее 1 м глубину заложения фундамента определяют конструктивно, учитывая, что заглубление сборных колонн от нулевой отметки (уровня чистого пола) должно быть 0,9 м, т. е. глубина заложения фундамента превышает глубину промерзания грунта.

Фундамент — это подземная часть здания, воспринимающая все нагрузки от его надземной части и передающая их основа-

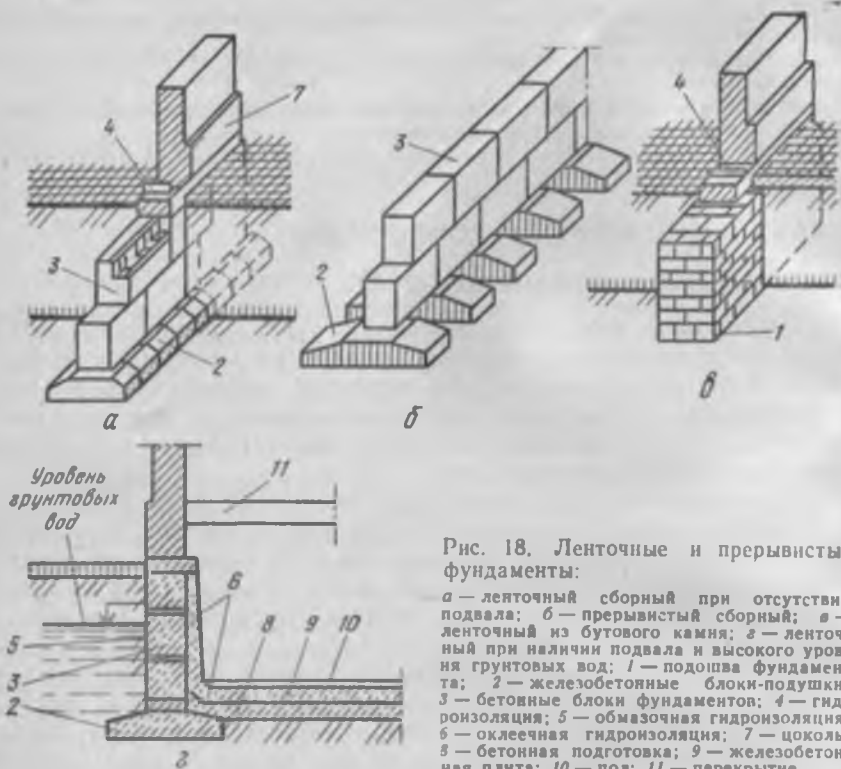


Рис. 18. Ленточные и прерывистые фундаменты:

а — ленточный сборный при отсутствии подвала; б — прерывистый сборный; в — ленточный из бутового камня; г — ленточный при наличии подвала и высокого уровня грунтовых вод; 1 — подопла фундамента; 2 — железобетонные блоки-подушки; 3 — бетонные блоки фундаментов; 4 — гидроизоляция; 5 — обмазочная гидроизоляция; 6 — оклеечная гидроизоляция; 7 — цоколь; 8 — бетонная подготовка; 9 — железобетонная плита; 10 — пол; 11 — перекрытие

нию. Фундаменты бывают следующих видов: ленточные, сплошные и столбчатые (одиночные).

Ленточные фундаменты могут быть непрерывными и прерывистыми. Непрерывные фундаменты проходят в виде сплошной ленты под всеми участками стены. Прерывистые — в виде отдельных опор (через блок-подушку, рис. 18).

Сплошные фундаменты представляют собой сплошные плиты (чаще ребристые) под всей площадью здания, их применяют при слабых грунтах и большой нагрузке на основания.

Столбчатые фундаменты закладывают под стены, колонны (например, фундаменты с удлиненным стаканом) или столбы (рис. 19). Столбчатые, а также ленточные фундаменты применяют при нормальных грунтах в зависимости от расчетной нагрузки на основание.

Фундаменты капитальных промышленных зданий, в том числе предприятий мясной и молочной промышленности, как правило, делают столбчатыми под отдельные колонны основного

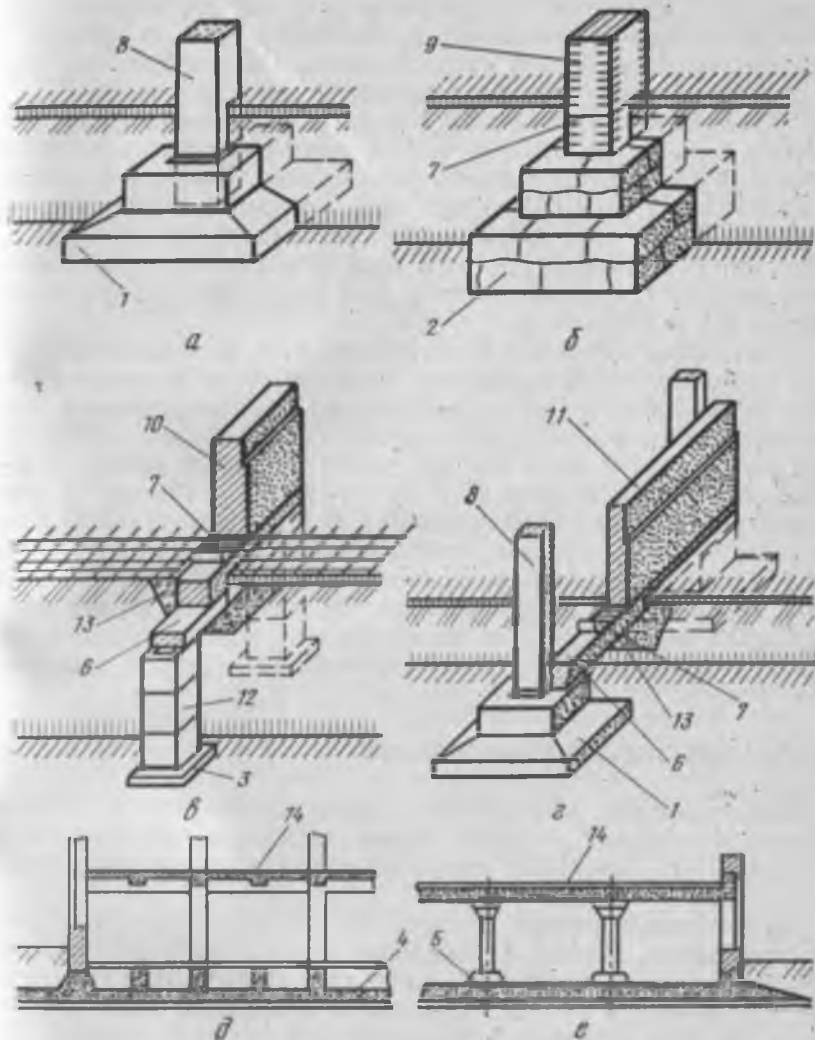


Рис. 19. Столбчатые и сплошные фундаменты:

а — сборный железобетонный под колонны; б — из бутового камня под столбы; в — сборный железобетонный под несущие стены; г — ребристая плита; д — безбалочная плита; 1 — сборный железобетонный фундамент стального типа; 2 — бутовый фундамент; 3 — железобетонная подушка; 4 — ребристая плита; 5 — безбалочная плита; 6 — фундаментная балка; 7 — гидроизоляция; 8 — железобетонная колонна; 9 — кирпичный столб; 10 — каменная стена (несущая); 11 — самонесущая каменная стена; 12 — бетонные блоки; 13 — шлаковая засыпка; 14 — перекрытие

каркаса. Для опоры самонесущих стен по фундаментам пристенных колонн укладывают фундаментные балки (железобетонные, предварительно напряженные). Под внутренние стены балки укладывают по фундаментам внутренних колонн.

Фундамент с удлиненным стаканом (блок-стакан), верх которого выводят на отметку 0,15 м, применяют для обеспечения поточной технологии нулевого цикла работ. Колонну помещают в башмак или блок стаканного типа, который в случае большей глубины заложения фундамента устанавливают на нижний блок-плиту. Блок-плиту (как и весь фундамент) можно выполнить на месте, т.е. монолитным, или из заранее изготовленных элементов, т.е. сборным.

Для опоры наружных и внутренних стен промышленных зданий каркасного типа применяют типовые сборные железобетонные фундаментные балки (рандбалки) трапецидального или таврового сечения. Ширина верхней грани балки — 300, 400, 520 мм; высота — 400 и 600 мм; длина при шаге колонн 6 м — 4950 мм, при шаге колонн 12 м — 10 700 и 10 200 мм (в зависимости от размера блока-стакана). Фундаментную балку устанавливают таким образом, чтобы верхняя грань была на 50 мм ниже уровня чистого пола первого этажа, после чего на верхнюю грань кладут гидроизоляцию. Фундаментные балки могут опираться непосредственно на фундамент консоли подколонников или монолитные бетонные столбики на обрезах фундаментов.

§ 32. КАРКАСЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Основа зданий, как правило, представляет собой полный каркас из сборных железобетонных элементов промышленного изготовления. Различают каркасы одноэтажных и многоэтажных зданий.

Одноэтажные здания. Каркас одноэтажных зданий состоит из фундамента, колонн, стропильных конструкций, плит покрытий, служащих одновременно связями в продольном направлении, фундаментных балок, на которые опираются самонесущие стены. Все эти элементы типизированы и унифицированы.

Колонны представляют собой отдельные опоры, предназначенные для поддержки вышерасположенных элементов здания. Они являются только несущими конструкциями.

Конструкция колонн в одноэтажных промышленных зданиях (рис. 20) зависит в первую очередь от наличия и вида подъемно-транспортного оборудования. В зданиях без мостовых кранов при наличии только подвешного транспорта (монорельсов или кран-балок грузоподъемностью 2, 3 и 5 т) используют колонны прямоугольного сечения. При шаге колонн 6 м, высоте

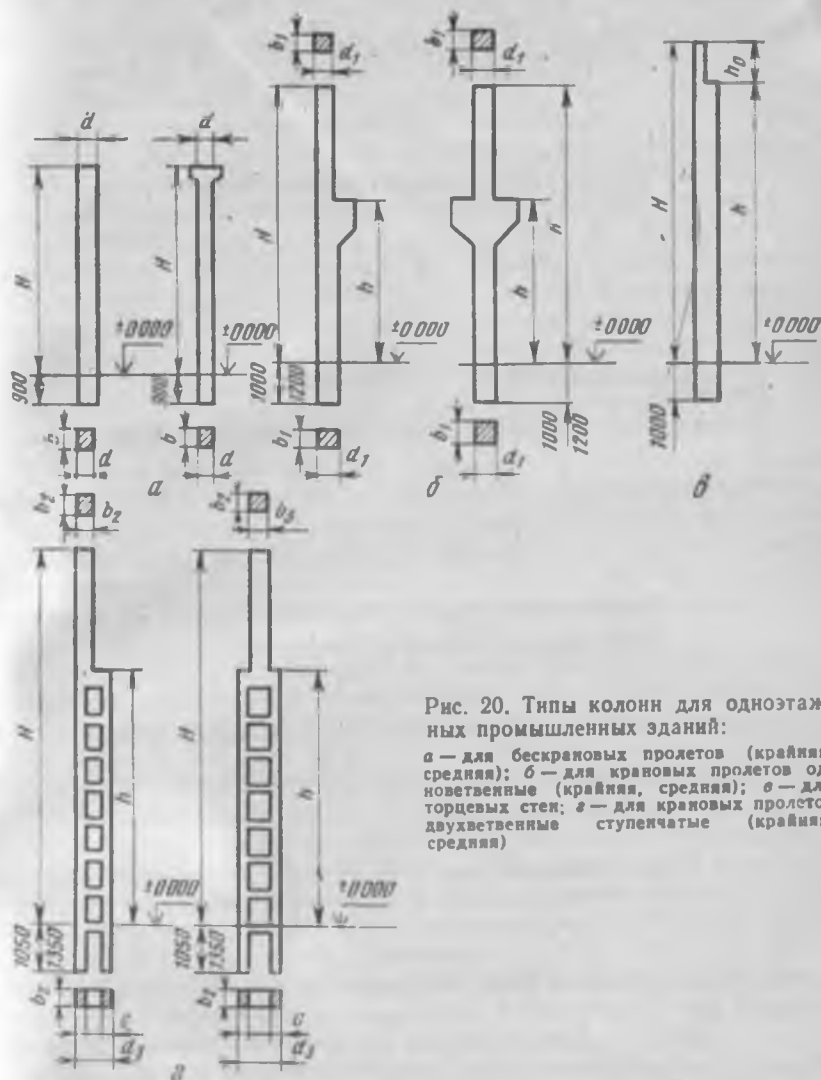


Рис. 20. Типы колонн для одноэтажных промышленных зданий:

а — для бескрановых пролетов (крайняя, средняя); б — для крановых пролетов одноветвенные (крайняя, средняя); в — для торцевых стен; г — для крановых пролетов двухветвенные ступенчатые (крайняя, средняя)

помещения до 7,2 м и пролетах здания до 24 м сечение крайних и средних колонн составляет 40×40 см. При шаге колонн 12 м, высоте помещения до 10,8 м и пролетах здания до 24 м — для крайних колонн 50×50 см, для средних — 50×60 см.

Средние колонны сечением 40×40 см имеют в верхней части со стороны двух противоположных боковых граней консоли для опоры стропильных конструкций. Для этих колонн (тип

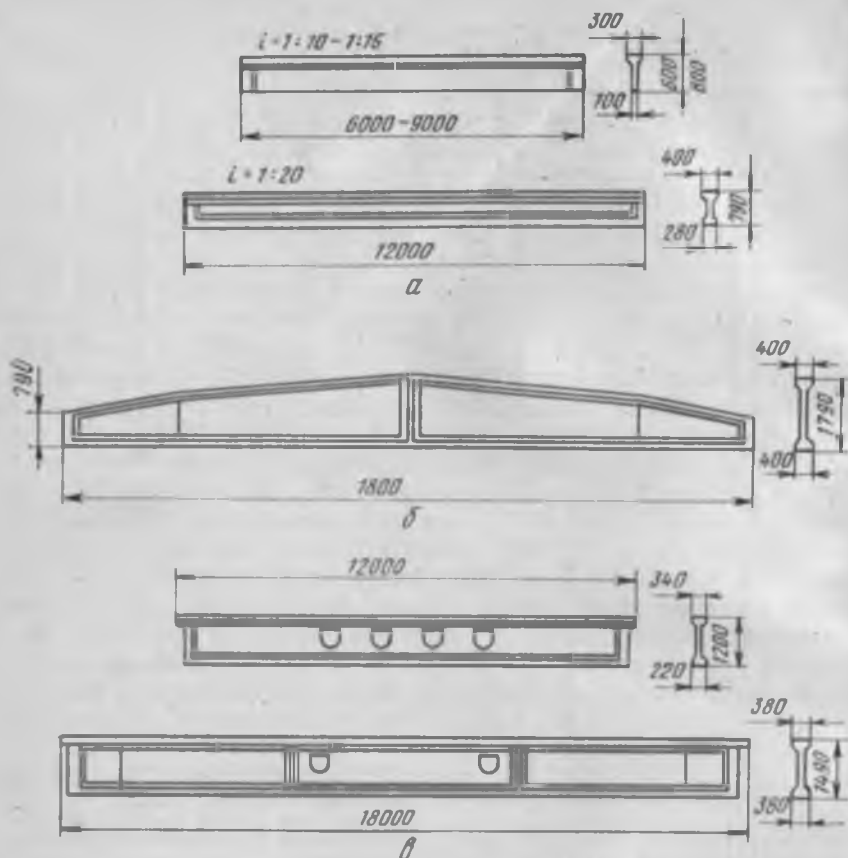


Рис. 21. Железобетонные балки:

а — односкатные; б — двускатные; в — с параллельными поясами

КЗ-01-49) заглубление ниже отметки чистого пола принято равным 900 мм.

При высоте помещения более 9,6 м можно использовать колонны, предназначенные для зданий с мостовыми кранами, в частности двуветвенные.

Центральным институтом типового проектирования для типовых проектов городских молочных заводов мощностью 160 и 230 т в смену рекомендована к применению новая серия колонн типа 1.423-3. Колонны имеют сечения 30×30 , 30×40 и 40×40 см в зависимости от сетки и высоты зданий. Например, при сетке колонн 6×12 м и высоте помещений 4,8—6 м используют колонны сечением 30×30 см.

Колонны с другими элементами каркаса соединяют болтами или с помощью сварки стальных закладных деталей.

Стропильные конструкции представляют собой балки или фермы покрытия, предназначенные для перекрытия пролетов. Пролеты до 30 м, как правило, перекрывают сборными железобетонными конструкциями. При пролетах более 24 м с шагом колонн до 12 м, скатных крышах и железобетонных опорах, при пролетах более 18 м, плоских крышах и шаге колонн более 12 м, кроме сборных железобетонных конструкций, можно применять стальные конструкции. Железобетонные стропильные конструкции для зданий с пролетами до 18 м с односкатными, двухскатными и плоскими крышами представляют собой балки (рис. 21). В месте опоры балки на колонну к балке приваривают стальной опорный лист с двумя отверстиями, через которые проходят анкерные болты, служащие для крепления балки.

Здания с плоской крышей, пролетами 18 и 24 м и шагом колонн 6 и 12 м перекрывают сборными железобетонными фермами с параллельными поясами и предварительно напряженной арматурой (рис. 22, а, б). Для зданий со скатной крышей применяют фермы с различным очертанием верхних поясов — сегментным (рис. 22, в), арочным, треугольным, полигональным и т. д.

Плиты покрытий укладывают непосредственно на верхний пояс ферм или балок и приваривают к ним. После замоноличивания стыков между плитами они служат продольными элементами каркаса, обеспечивающими жесткость здания (рис. 23). Выпускают следующие крупноразмерные плиты покрытий: сборные железобетонные 3×6 и $1,5 \times 6$ м, высотой 30 см; $1,5 \times 12$ и 3×12 м, высотой 45 см; утепленные (керамзитобетонные плиты, предварительно напряженные, и из автоклавного ячеистого армированного бетона) $1,5 \times 6$ и 3×6 м. Высоту плит определяют расчетным путем. Она складывается из высоты ребер (200 мм) и толщины слоя утеплителя.

Плиты из керамзитобетона и автоклавного ячеистого бетона применяют только при нормальном температурно-влажностном режиме помещений.

Многоэтажные здания. Каркас многоэтажного здания включает фундаменты, колонны, несущие конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия. Междуэтажные перекрытия и покрытия могут быть безбалочной или балочной (ригельной) конструкции. Многоэтажные здания предприятий мясной и молочной промышленности, как правило, имеют безбалочные перекрытия с гладкими потолками, способствующие лучшему вентилированию пространства под потолком и тем самым уменьшающие возможность появления конденсата и плесени на его поверхности.

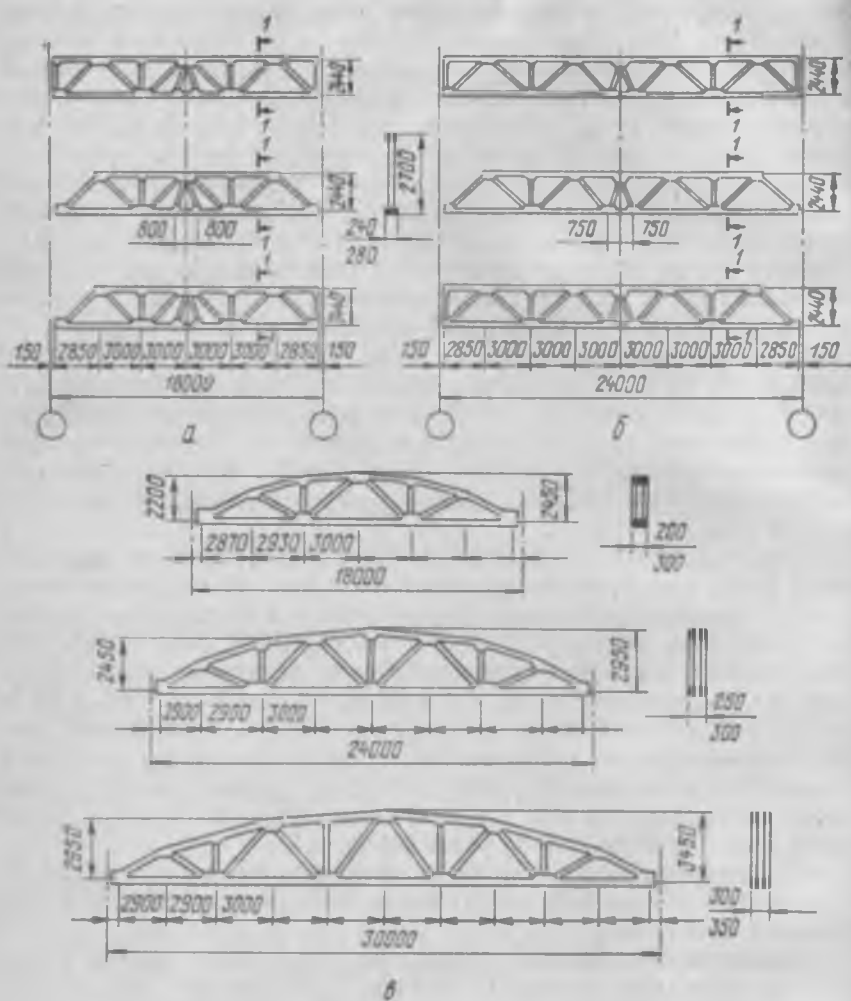


Рис. 22. Железобетонные фермы:

а — фермы с параллельными поясами для пролетов 18 м; б — фермы с параллельными поясами для пролетов 24 м; в — сегментные железобетонные фермы

Рис. 23. Сборные железобетонные плиты для покрытий:

а — крупнопанельная железобетонная; б — крупнопанельная утепленная; в — крупнопанельная сводчатая; 1 — железобетон; 2 — армированный утеплитель; 3 — петля для подъема



Предложены и находят применение в практике строительства различные типы сборных и сборно-монолитных безбалочных перекрытий (Промстройпроект и ЦНИИПромзданий, Гипрохолода), а также сборные безбалочные железобетонные перекрытия с сеткой колонн 6×6 м, разработанные институтом «Гипромясомолпром». Разработка колонн поэтажная. Их сечение в нижних этажах 50×50 см, в верхних — 40×40 см. Каждая колонна в верхней части имеет расширение консольного типа. Капители бункерного типа устанавливают на верхнюю часть колонн так, чтобы они опирались на их консольное расширение. В пределах бункерной капители располагают стык колонн двух смежных этажей и замоноличивают его путем заполнения бункера капители бетоном. На капители опираются надколонные панели (плиты-балки), оставшееся между ними пространство заполняют средними пролетными панелями (плитами), опирающимися своими краями на края надколонных панелей (рис. 24).

Транспортные узлы, включающие в себя лестничные клетки и лифтовые шахты, целесообразно выносить за пределы прямоугольного контура производственного корпуса. Это упрощает планировку и монтаж каркаса здания. Однако вынести транспортный узел не всегда возможно, тогда приходится вписывать его в контур здания (рис. 25). При этом колонны внутри лестничной клетки не устанавливают, их заменяют стены клетки, являющиеся в этом случае несущими.

В многоэтажных промышленных зданиях каркасного типа балочной (ригельной) конструкции пристенные колонны, примыкающие к продольным стенам, делают с односторонними, а средние — с двусторонними консолями для опоры ригелей. Междутажные перекрытия и покрытия включают ригели и плиты в качестве несущей части. Ригели прямоугольного се-

чения с опорой плит (настилов) перекрытия на верхнюю грань ригелей применяют в перекрытиях с пролетом 6 м и отверстиями для «провисающего» оборудования с сосредоточенной нагрузкой более 10 т (рис. 26, а). Номинальная длина плит равна расстоянию между осями ригелей 6 м, ширина 1,5 м. Так назы-

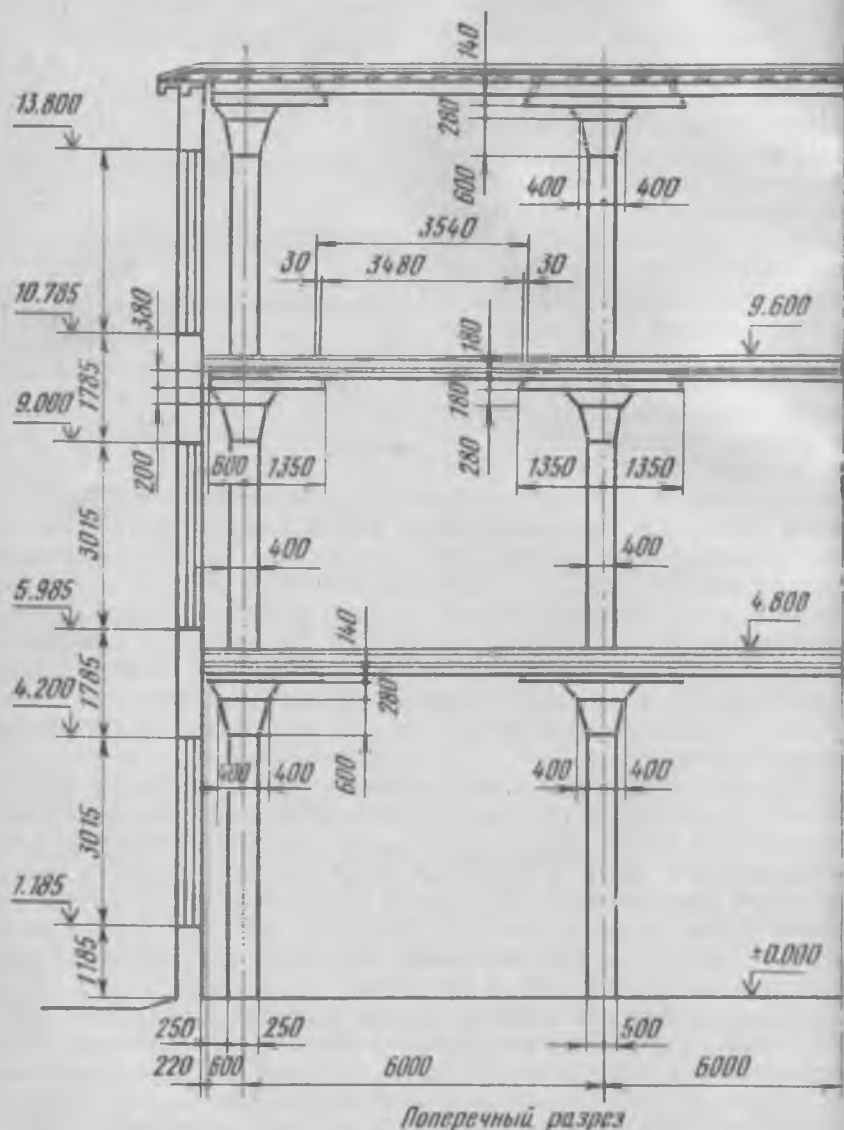


Рис. 24. Безбалочные междуэтажные перекрытия и покрытие

ваемые доборные плиты шириной 750 мм укладывают у продольных наружных стен зданий. Плиты, укладываемые по продольным осям зданий, в торцах имеют вырезы трапециевидной формы для пропуска колонн (рис. 26, б). Ригели с боковыми полками для опоры плит применяют при сосредоточенной нагрузке менее 10 т для пролетов 6 и 9 м.

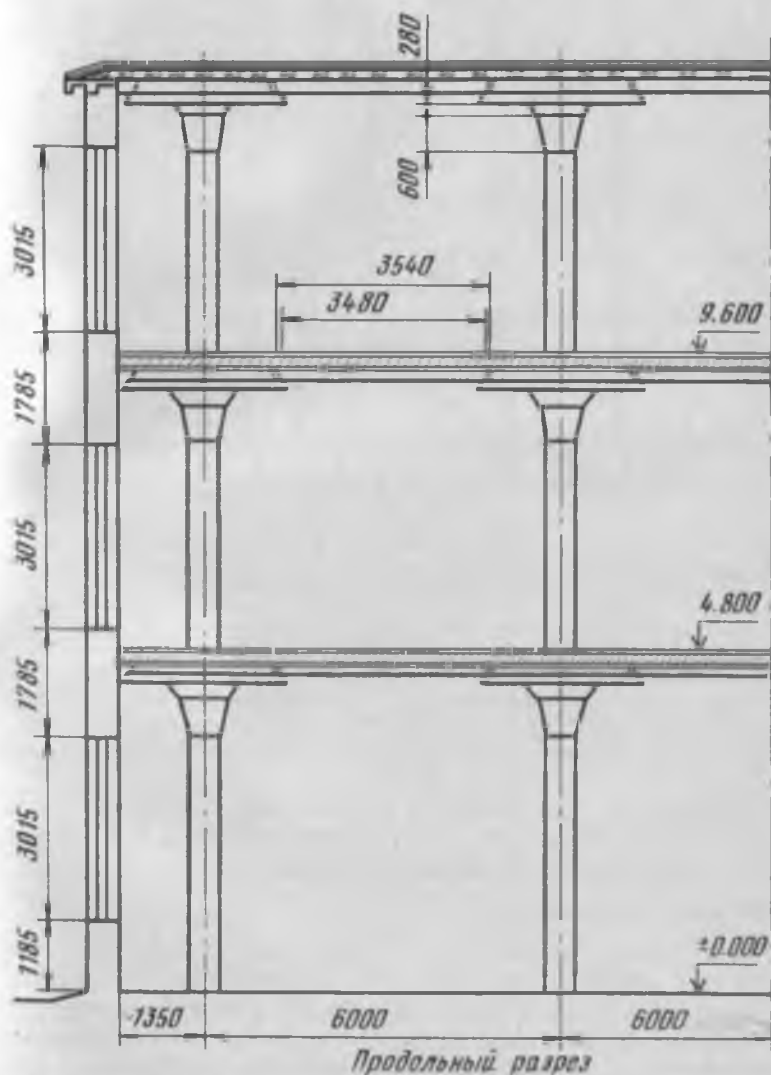


Рис. 24 (продолжение).

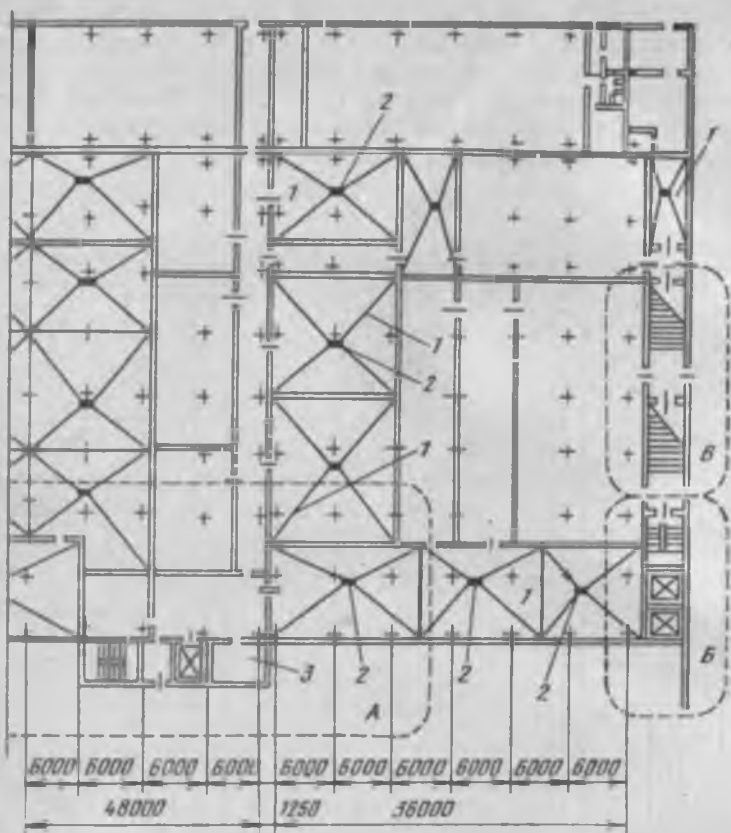


Рис. 25. План первого этажа мясоперерабатывающего мясокомбината:

А — транспортный узел вне контура здания; Б — транспортный узел внутри контура здания; В — наклонный конвейер для транспортирования полутуш; 1 — конвертовка пола помещений для облегчения стока воды к трапам; 2 — трапы; 3 — помещения для хранения моющих и дезинфицирующих средств, инвентаря и приспособлений для уборки цехов

Если верхний этаж делают с укрупненной сеткой колонн, его покрытие имеет такую же конструкцию, как и в одноэтажных зданиях с соответствующими пролетами.

§ 33. СТЕНЫ И ПЕРЕГОРОДКИ

Стены. Стены относят к вертикальным ограждениям промышленных зданий. Они бывают кирпичными (каменными) и крупнопанельными. По расположению различают наружные и внутренние стены. Наружные стены защищают производственное здание от атмосферных воздействий, внутренние делят здание на отдельные помещения. В соответствии с назначением наружные стены должны обладать необходимыми теплозащит-

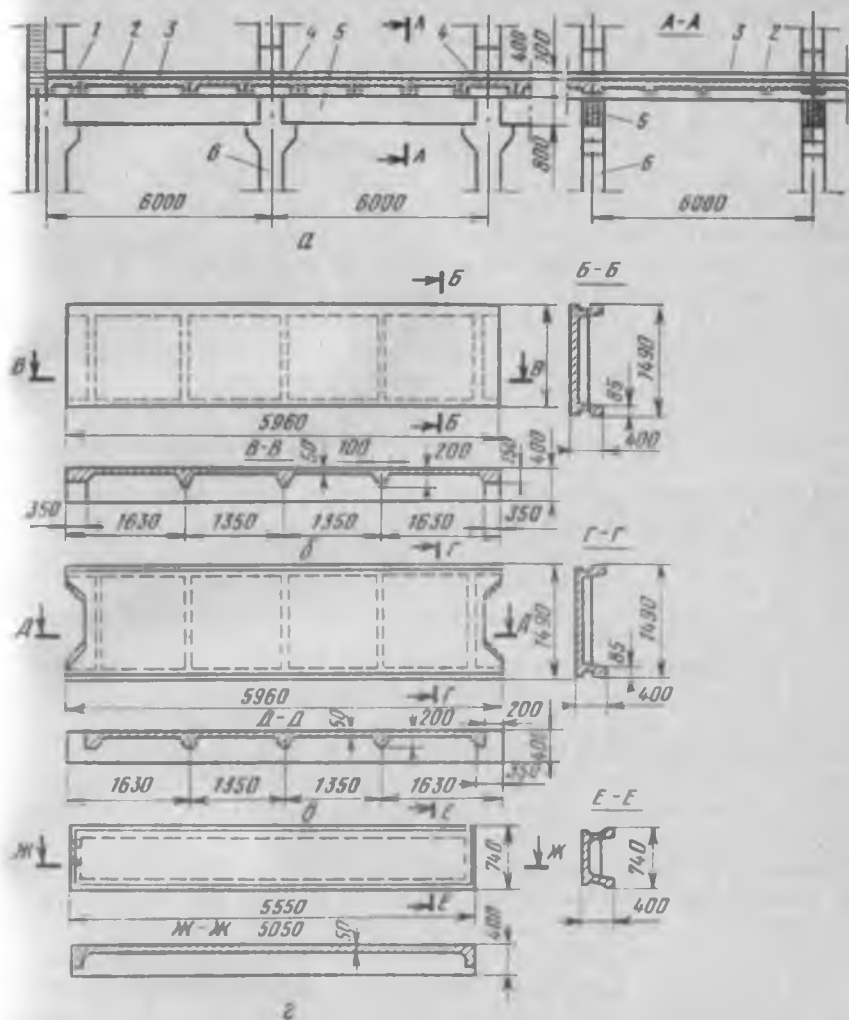


Рис. 26. Детали конструкции сборного железобетонного перекрытия:

а — разрез перекрытия с ригелями прямоугольного сечения и укладкой лотковых настилов поверх ригелей; б — форма и размеры лоткового настила (рядового); в — с вырезом для пропуска колонн; г — доборного; 1 — доборные настилы; 2 — лотковые настилы; 3 — конструкция пола; 4 — лотковый настил с вырезом для пропуска колонн; 5 — ригели прямоугольного сечения; 6 — колонны

ными свойствами, удовлетворять требованиям долговечности, огнестойкости, прочности и устойчивости, а также морозостойкости с целью обеспечения срока службы здания в течение 50—100 лет. Внутренние стены должны иметь надлежащие звукоизоляционные качества и малую массу.

Кирпичные наружные стены обычно имеют три характерные части: нижнюю часть — от верхней грани фундамента до пола первого этажа — цоколь; среднюю часть в виде кирпичной кладки — от пола нижнего до потолка верхнего этажа; верхнюю (венчающую) часть — карниз или парапет.

Цоколь — обычно несколько утолщенная (иногда имеющая меньшую толщину) часть стены. Его выполняют из прочных влагостойких материалов. При кладке из обычного кирпича цоколь облицовывают прочной цементной штукатуркой и реже — естественным камнем с целью защиты нижней части стены от механических и атмосферных воздействий.

Толщину средней части кирпичных наружных стен промышленных зданий с нормальным температурно-влажностным режимом помещений делают в соответствии с теплотехническим расчетом, но не менее 25 см (1 кирпич) и не более 51 см (2 кирпича). При высокой относительной влажности внутри помещений вести кладку стен из многодырчатого или силикатного кирпича, а также с устройством воздушных прослоек не рекомендуется. Кладку стен влажных цехов следует делать на цементном растворе марок 20—50 при толщине вертикальных швов более 10, а горизонтальных — 18 мм. Кирпич при этом должен иметь марку не менее 75.

Для предупреждения капиллярного подсоса влаги из грунта стену отделяют от фундаментной балки или фундамента гидроизоляцией из двух слоев рубероида на битумной основе или толя — на дегтевой. Отверстия в стенах для окон и дверей — проемы — перекрывают сверху специальными балками, называемыми *перемычками*. Перемычки воспринимают нагрузку от расположенной над ними кладки и передают ее на *простенки*, т. е. участки стен между вертикальными гранями оконных проемов.

Венчающей частью стены являются карниз или парапет, выполненные из кирпича или железобетона. *Карниз* делают при наружном, а *парапет* — при внутреннем отводе атмосферных вод с покрытия. Карниз располагается ниже покрытия, парапет возвышается над ним.

Наружный неорганизованный отвод тот, при котором сток воды осуществляется по всему периметру крыши непосредственно через карниз. Для уменьшения попадания дождевой или талой воды на стены карниз выносят за внешнюю плоскость наружных стен не менее чем на 0,3 м у двухэтажных и 0,5 м у трех-, пятиэтажных зданий. Этот способ водоотвода допустим только при высоте здания не более 10 м и отсутствии ливневой канализации. Наружный организованный отвод осуществляется с помощью водосточных желобов и труб, количество последних зависит от их диаметра, интенсивности выпадения осадко.

Внутренний отвод предполагает установку в ендовах или

разжелобках (углубления для сбора дождевых и талых вод на покрытии) приемных воронок из чугуна, соединяемых со стоками внутренних водостоков при помощи сальников. Стояки располагают в санузлах, лестничных клетках или у несущих колонн; иногда ряд воронок присоединяют к одному стояку, прокладывая его под потолком, а затем у наружной стены. Внутренний водосток применим только в отапливаемых зданиях.

Крупнопанельные стены выполняют, как правило, в каркасных промышленных зданиях.

Для отапливаемых зданий длина панелей равна шагу колонн 6 или 12 м, толщина 160 мм (при длине 6 м), 200, 240, 300 и 400 мм. Ширину (высоту) панелей принимают 1,2 и 1,8 м, а панелей-перемычек — 0,6 и 0,9 м. По конструкции панели выполняют однослойными, двухслойными и трехслойными.

Однослойные панели представляют собой однородную стенку из керамзитобетона или ячеистых бетонов с армированием сварными каркасами.

Двухслойные панели имеют железобетонную ребристую плиту, являющуюся несущей основой, и теплоизоляционный слой из пенобетона, пеностекла или другого эффективного теплоизолятора. Толщина теплоизоляционного слоя определяется теплотехническим расчетом; от него зависит общая толщина панели.

Трехслойные панели состоят из двух железобетонных плит с теплоизоляционным слоем между ними. Применение высокоэффективных теплоизоляционных материалов позволяет ограничить общую толщину трехслойных панелей пределами 200—300 мм.

В зданиях с нормальным влажностным режимом целесообразна разрезка стен с навесными панелями и ленточным остеклением (рис. 27, а, б). В зданиях высотой более 12 м без внутренних перегородок проемы и простенки делают шириной 6 м (рис. 27, в). В зданиях с мокрым режимом помещений проемы и простенки делают шириной 1,5 и 3,0 м (рис. 27, г, д).

Для неотапливаемых зданий предусмотрены железобетонные ребристые панели длиной 12 м, шириной 0,9; 1,2; 1,5; 1,8 м, с высотой ребра 300 мм и толщиной 80 мм. Они не имеют слоя утеплителя, их делают из предварительно напряженного железобетона. Панели длиной 6 м изготавливают плоскими (без ребер) из тяжелого бетона марки 300.

Крепление панелей осуществляется с учетом изменения их положения в горизонтальном направлении под воздействием температуры, а также в вертикальном при неравномерной осадке соседних колонн. Панели прикрепляют к колоннам стальными деталями с антикоррозионным покрытием (рис. 28).

Перегородки. Перегородки производственных зданий пред-

назначены для разделения крупных помещений на более мелкие и относятся к внутренним несущим вертикальным конструкциям. В зависимости от назначения перегородок, от того, какие помещения они разделяют, к ним предъявляют следующие требования: высокая прочность, огнестойкость, влагуустойчивость, малая звукопроводность, гигиеничность и герметичность. Для влажных помещений предприятий мясной и молочной промышленности важны влагуустойчивость и гигиеничность. Этим требованиям в наибольшей степени удовлетворяют перегородки из железобетона и красного кирпича с отделкой их поверхности в соответствии с температурно-влажностным и санитарным режимами разделяемых помещений.

По конструкции перегородки могут быть сборными из крупных панелей заводского изготовления и возводимыми на месте из мелких элементов или монолитными. Предпочтительнее каркасные перегородки из легких материалов сборно-разборного типа, позволяющие их переносить в случае необходимости с одного места на другое. К ним относятся, в частности, сборно-разборные перегородки из железобетонных панелей с железобетонным каркасом и из витринного неполированного стекла толщиной 6—8 мм или полимерных материалов с каркасом из пресованного алюминиевого профиля, а также из стеклоблоков и стеклопрофилита.

При значительной высоте помещений в одноэтажных промышленных зданиях делают стационарные перегородки с легким стальным каркасом из стоек двутаврового, швеллерного или углового сечения. Каждая стойка опирается на самостоятельный фундамент, а между собой стойки соединены системой

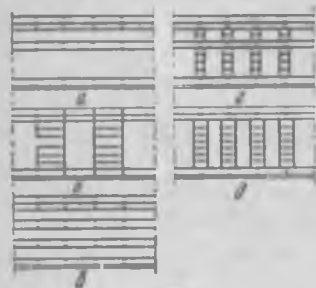


Рис. 27. Конструктивные схемы крупных панельных стен промышленных зданий:

а, б — навесные панельные стены при точном остеклении с опиранием панелей на опорные консоли; в — навесные или самонесущие панельные стены; г, д — самонесущие панельные стены

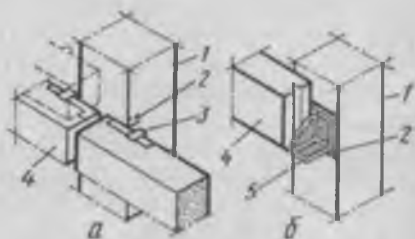


Рис. 28. Крепление стеновых панелей к колоннам каркаса:

а — на высоте до 6 м; б — на высоте 6 м и более; 1 — колонна; 2 — закладная деталь колонны; 3 — элементы крепления; 4 — стеновая панель; 5 — опорный столбик

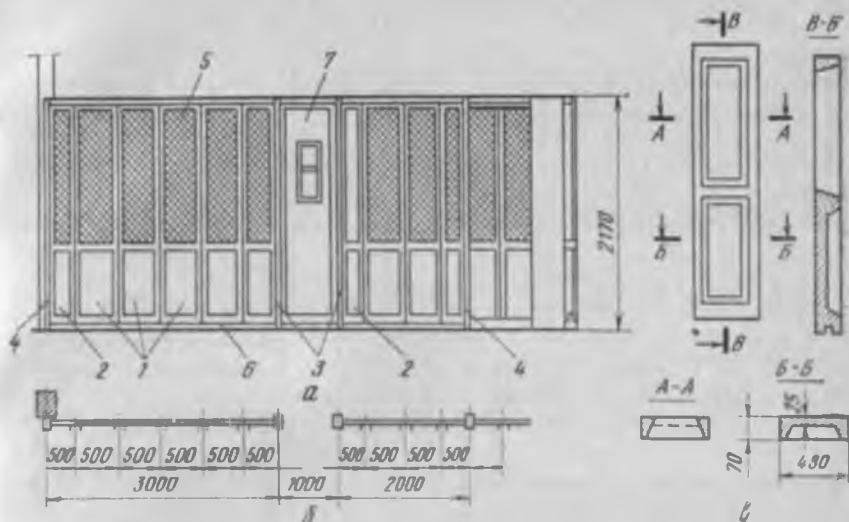


Рис. 29. Сборно-разборная перегородка из железобетонных панелей:

а — общий вид; б — план; в — панель; 1 — рядовая панель; 2 — доборная стандартная панель; 3 — несущие стойки; 4 — стойки-вкладыши; 5 — верхняя обвязка; 6 — нижняя обвязка; 7 — дверь

горизонтальных обвязок, выполняющих роль фахверка. Каркас заполняется кладкой в $\frac{1}{2}$ кирпича или в $\frac{1}{2}$ шлакобетонного камня. Несущие стойки устанавливают в местах стыков обвязок, а стойки-вкладыши — в углах поворотов, у пересечений перегородок и возле колонн и стен здания.

При большой высоте помещений чаще применяют сборно-разборные перегородки высотой 2,5—3,0 м, что облегчает их перестановку на другое место при изменении технологического процесса производства. Эти перегородки могут быть железобетонными, металлическими или деревянными.

Железобетонные типовые перегородки включают в себя следующие сборные элементы: двухфиленочные панели, верхние и нижние обвязки и фундаментные плиты (рис. 29).

Рядовая двухфиленочная панель имеет размеры 2050 × 495 мм при толщине обвязок 70 мм. Верхняя филенка затягивается металлической сеткой или остекляется. У мест примыкания к стойкам устанавливают доборные панели уменьшенной ширины (420 мм).

По всему периметру перегородки укладывают нижние обвязки таврового сечения (250 × 80 мм) и верхние — углового сечения (150 × 150 мм). В местах дверных проемов нижние обвязки не делают. Обвязки имеют длину, соответствующую расстоянию между осями стоек: 3,0; 2,0; 1,0 м.

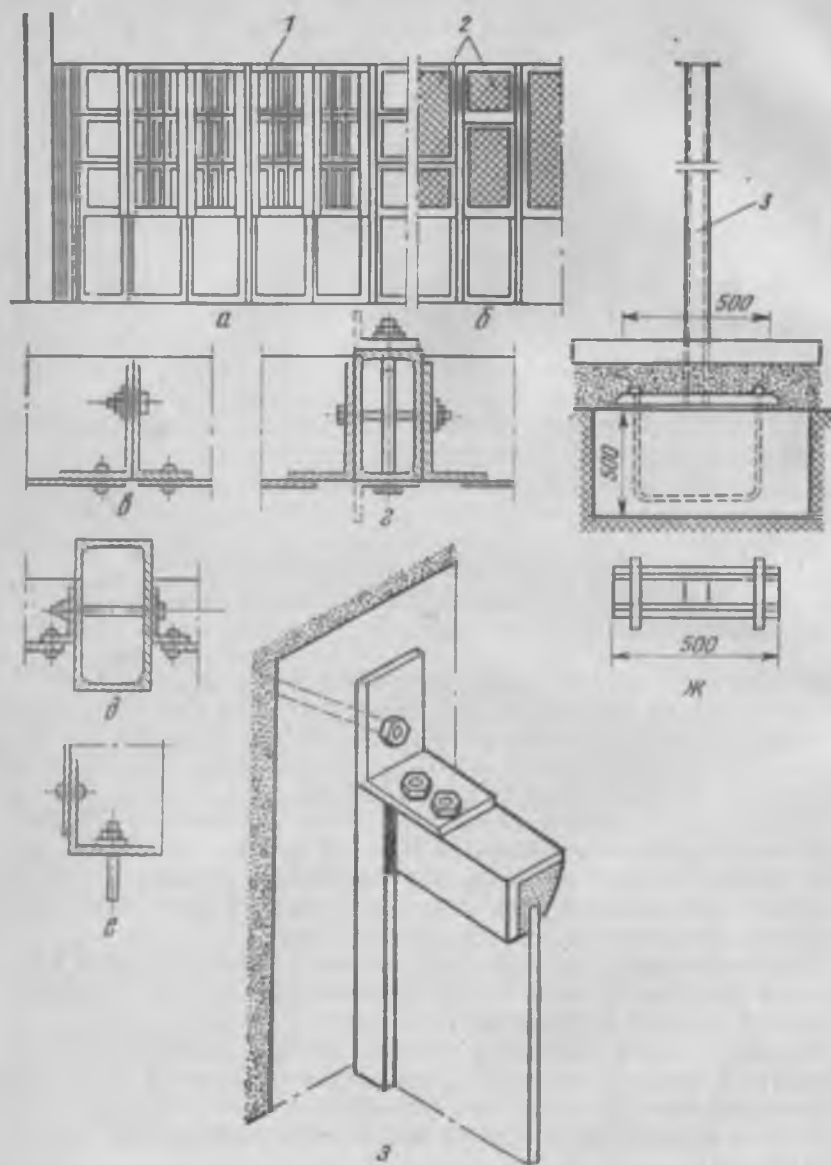


Рис. 30. Сборно-разборная перегородка из стальных щитов:

а — остекленная; *б* — с металлической сеткой; *в* — сопряжение смежных щитов; *г* — стойка-вкладыш; *д* — несущая стойка; *е* — крепление щитов к полу; *ж* — крепление стойки к фундаменту; *з* — деталь крепления щита; *1* — стекло; *2* — сетка; *3* — стойка

Металлическая перегородка сборно-разборного типа показана на рис. 30. Она состоит из отдельных щитов, нижняя часть которых заполнена стальными листами толщиной 2 мм, а верхняя — затянута стальной сеткой или остеклена, для чего в щит вставлен металлический переplet. К полу щиты прикрепляют стальными анкерами, а сверху объединяют накладками из латунной стали. Концы крайних накладок прикрепляют к стенам или колоннам.

Через каждые 5,0—6,0 м длины перегородок, а также у широких проемов устанавливают специальные несущие стойки, прикрепленные с помощью небольших башмаков и анкерных болтов к неглубоким фундаментам. Эти стойки обеспечивают устойчивость металлических перегородок.

На рис. 31 представлена сборно-разборная перегородка из деревянных щитов. Щиты изготовляют заранее. Нижняя часть их на высоту 1 м глухая, верхняя — затянута проволоочной сеткой или остеклена. Для крепления нижней части перегородки

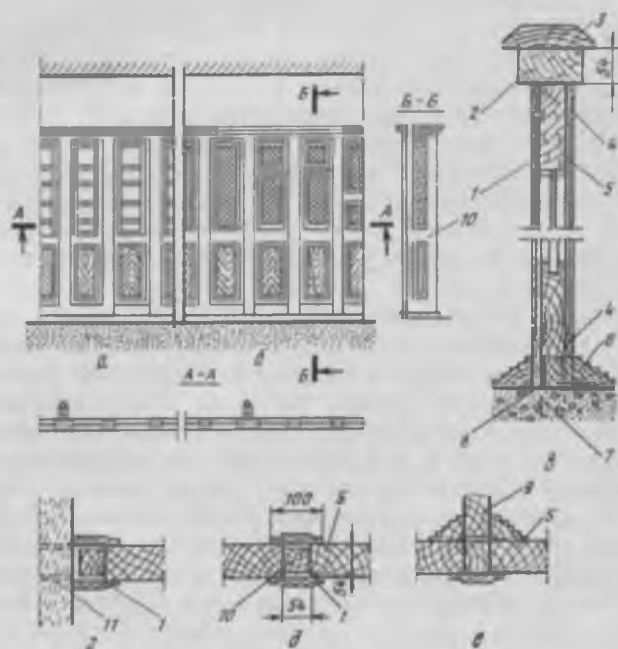


Рис. 31. Сборно-разборная перегородка из деревянных щитов:

а — остекленная; б — с металлической сеткой; в — детали верхних и нижних узлов; г — деталь примыкания к стене; д — деталь сопряжения щитов; е — деталь примыкания щита-контрфорса; 1 — нащельники; 2 — верхняя обвязка перегородки; 3 — карниз; 4 — раскладки; 5 — обвязка; 6 — галтели; 7 — деревянная пробка; 8 — направляющая рейка; 9 — щит-контрфорс; 10 — стойка-вкладыш; 11 — ерши

к бетонным полам в последние закладывают деревянные пробки, к которым и прибивают направляющую рейку для установки на нее щитов и укрепления галтелей.

§ 34. ПОКРЫТИЯ

В промышленных зданиях, как правило, применяют бесчердачные крыши, называемые покрытиями. Покрытие защищает здание от различных природных воздействий (дождя, снега, ветра, солнца и др.), а также воспринимает все действующие на него нагрузки и передает их на колонны или несущие стены. Первую (защитную) функцию выполняет ограждающая часть, а вторую (восприятие нагрузок) — несущая часть покрытия.

Ограждающая часть состоит из следующих слоев, имеющих самостоятельное назначение. По выровненной поверхности несущих железобетонных панелей наносят пароизоляцию в виде слоя мастики или рулонного материала. По пароизоляции укладывают слой утеплителя из какого-либо теплоизоляционного материала, толщину которого обычно принимают по теплотехническому расчету. На утеплитель укладывают слой пергамина и по нему — армированную стяжку из цементного раствора или бетона с мелким наполнителем, а иногда из асфальтобетона. Армированная стяжка защищает утеплитель от механических воздействий и одновременно служит жесткой основой для рулонной кровли, которая защищает конструкцию покрытия и все здание от атмосферных осадков. Она включает водонизоляционный ковер из нескольких слоев наклеенного рулонного материала и уложенный по коври защитный слой гравия, втопленного в битум (рис. 32).

Материал и количество слоев водонизоляционного ковра и защитного слоя зависят от уклона кровли, а также наличия или отсутствия дополнительной защиты от солнечной радиации.

При малом уклоне кровли (от 0 до 2,5%) обычно делают четырехслойный ковер (или 4 слоя толя-кожи на дегтевой мастике, или гидроизол, или гнилостойкого рубероида, или стеклорубероида на битумной мастике). При этом защитный слой делают из обычного слоя, а для водоналивных кровель — из двух слоев гравия, втопленных в мастику.

При уклоне кровли от 2,5 до 10% делают трехслойный ковер из тех же материалов и один слой гравия, втопленного в мастику.

§ 35. МЕЖДУЭТАЖНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ

Междуэтажные перекрытия являются одновременно несущими и ограждающими конструкциями. Как несущие конструкции междуэтажные перекрытия воспринимают нагрузки от оборудо-

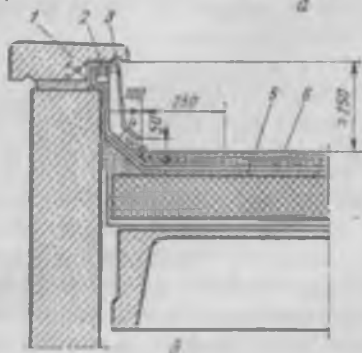
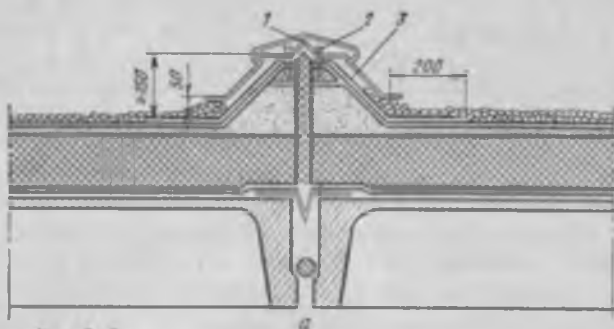


Рис. 32. Конструкция деформационного шва в пределах покрытия и примыкания кровли к стене:

а — деформационный шов: 1 — обделка деформационного шва из оцинкованной кровельной стали или пластмассы; 2 — верхний компенсатор из оцинкованной кровельной стали; 3 — дополнительные слои гидроизоляции (один слой рубероида с крупнозернистой посыпкой и три слоя рубероида без посыпки); *б* — конструкция примыкания кровли к стене: 1 — бетонные парапетные плиты с деревянными антисептированными пробками; 2 — антисептированная деревянная рейка;

3 — фартук из оцинкованной кровельной стали; 4 — один слой рубероида с крупнозернистой посыпкой (верхний) и три слоя рубероида без посыпки; 5 — гидроизоляционный ковер (основной) из четырех слоев рубероида; 6 — двухслойное гравийное покрытие гидроизоляционного ковра

вания, материалов, производственных изделий и людей. Эти нагрузки колеблются от 4 до 25 кПа. Поэтому несущая часть перекрытия, состоящая в основном из ригелей и плит, должна обладать достаточной прочностью и жесткостью, т. е. их прогиб под нагрузкой не должен превышать нормативной величины. Кроме вертикальных нагрузок, междуэтажное перекрытие должно воспринимать все горизонтальные нагрузки, действующие на здание (давление ветра, тормозные усилия от подвешенного транспорта и т. п.), и передать их на колонны, стены, лестничные клетки, специальные связи и другие устойчивые конструкции. Поэтому после монтажа все элементы перекрытия должны быть замонтированы и составлять единую жесткую горизонтальную связь. Как ограждающие конструкции междуэтажные перекрытия делят здание по высоте на этажи и должны обладать достаточными звукоизоляционными, теплоизоляционными свойствами, а также необходимым сопротивлением паро- и воздухопроницаемости. Если перекрытие отделяет помещение с выделением вредных газов или запахов, в его конструкцию должны входить герметизирующие прослойки.

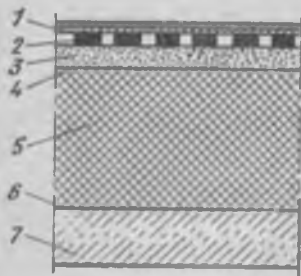


Рис. 33. Деталь конструкции пола при наличии тепловой изоляции:

1 — покрытие пола (чистый пол); 2 — гидроизоляция от производственных вод; 3 — подстилающий слой (армированная бетонная подготовка); 4 — гидроизоляция (2 слоя пергамина на битумной мастике) по теплоизоляционному слою; 5 — тепловая изоляция; 6 — гидроизоляция от грунтовых вод при полах на грунте или гидроизоляция по перекрытию над этажом с более высокой температурой; 7 — бетонная подготовка или междуэтажное перекрытие

Междуэтажные перекрытия следует выполнять из материалов, стойких против всех эксплуатационных воздействий. В цехах с мокрыми технологическими процессами, а также в душевых и санитарных узлах следует предусматривать гидроизоляционный слой для предотвращения попадания воды внутрь конструкции. Края гидроизоляционного слоя заводят на примыкающие стены и перегородки на 300 мм выше отметки чистого пола.

§ 36. ПОЛЫ

Основные требования к полам любого предприятия следующие: прочность и достаточное сопротивление истиранию, жесткость, бесшумность, гигиеничность, малая теплопроводность, экономичность. Конструкция полов и материалов покрытия пола должны обеспечить ровную, нескользкую, непылящую и удобную для очистки поверхность, удовлетворяющую санитарно-гигиеническим требованиям данного помещения.

Полы первого или подвального этажа промышленных зданий обычно устраивают непосредственно по грунту, полы перекрытий многоэтажных зданий — по настилам в виде сборных железобетонных плит или по монолитной плите перекрытия. В первом случае основанием является естественный грунт, во втором — настилы перекрытия.

Слабый грунт уплотняют катками с добавлением щебня, а иногда с последующей проливкой цементным раствором. По уплотненному грунту укладывают гидроизоляцию от грунтовых вод, а затем подстилающий слой. При необходимости тепловой изоляции подстилающий слой укладывают по теплоизоляционному слою, располагаемому поверх гидроизоляции от грунтовых вод (рис. 33). Толщину подстилающего слоя принимают по расчету, но не менее: 60 мм — песчаного, 80 — шлакового, гравийного, щебеночного, 100 мм — бетонного (марки 100).

Сверху подстилающий слой гидроизолируют от производственных стоков (в цехах с мокрым режимом), а затем укладывают покрытие пола, или чистый пол.

Гидроизоляция от производственных стоков представляет собой непрерывный слой, без разрывов в сточных лотках и каналах, который заводят на примыкающие стены и перегородки на 300 мм выше отметки чистого пола. При наличии гидроизоляции гидроизоляционный слой от грунтовых вод не делают. Отметку чистого пола на грунте назначают выше уровня прилегающей территории не менее чем на 150 мм. В пределах одного этажа пол должен быть по возможности одинаковым.

В помещениях с мокрым режимом полы проектируют с уклоном к лоткам и трапам сточной канализации. Уклон создают соответствующей планировкой грунта основания, а на перекрытиях — за счет толщины стяжек. Величину уклона принимают в зависимости от водопроницаемости материала пола в пределах 1—4%.

Пол получает название в зависимости от материала (асфальтовый, цементный, мозаичный и т.п.). Покрытие пола может быть сплошным (бесшовным) или штучным.

Сплошные полы. К ним относятся бетонные полы и их разновидности — мозаичные, цементно-песчаные, пластобетонные, асфальтобетонные и др.

В цехах предприятий мясной и молочной промышленности бетонные полы не применяют вследствие их некислотостойкости и плохой сопротивляемости ударам.

Мозаичные полы находят применение для устройства площадок и ступеней в лестничных клетках и конвейерах. В них в качестве крупного заполнителя применяют мелкий щебень из полирующихся твердых горных пород (мрамора, гранита, базальта и др.). Мозаичные полы полируют машинами после достижения бетоном необходимой прочности.

Цементно-песчаные полы из цементно-песчаного раствора (марок 100—300) толщиной 20—30 мм с последующим железнением применяют в дымогенераторах мясокомбинатов, а также в вентиляционных камерах.

Пластобетонные полы — это полы на основе специально подобранного синтетического вяжущего материала с минеральными заполнителями. Они отличаются водостойкостью, прочностью и химической стойкостью и в связи с этими качествами должны найти применение в цехах предприятий мясной и молочной промышленности. Сейчас эти полы изготавливают в порядке эксперимента для производственной проверки их качества и экономичности.

Асфальтобетонные полы выполняют из литой асфальтовой массы (смеси асфальтовой мастики, битума и песка) и крупного заполнителя в виде гравия или щебня размером 10—12 мм. Толщина укладываемого слоя 35—40 мм. Эти полы характеризуются высокой прочностью, водонепроницаемостью,

небольшим коэффициентом теплоусвоения (являются достаточно «теплыми»), химической стойкостью, малой истираемостью, сравнительной дешевизной, несложностью ремонта и нескользким покрытием. В связи с перечисленными свойствами их широко применяют на предприятиях мясной и молочной промышленности: в различных отапливаемых и охлаждаемых складах и экспедициях, в сушилках, тамбурах, камерах хранения холодильников, морозильных камерах, моечной тележек, слесарно-механических мастерских, а также на грузовых платформах.

Полы из штучных материалов. Их выполняют из различных плиток заводского изготовления: бетонных, мозаичных, ксилолитовых, асфальтовых, а также керамических (метлахских и кислотоупорных) и плиток каменного литья. В последнее время получают распространение различные пластмассовые плитки: поливинилхлоридные, кумароновые, резиновые, фенолитовые и другие, однако в пищевых цехах применение полов из пластмассовых плиток ограничено.

Полы из керамических плиток получили очень широкое распространение в мокрых цехах мясной и молочной промышленности с повышенными санитарными требованиями: в цехах убоя скота и разделки туш, переработки мяса и мясопродуктов, производства медицинских препаратов, сбора и обработки инфицированного сырья, производства животных кормов, приготовления рассола, мастерской по ремонту контрольно-измерительных приборов, кладовой, душевых, уборных, моечных, торговых залах.

Полы из плиток каменного литья применяют в помещениях с мокрым режимом и повышенными санитарными требованиями, при интенсивном движении внутрицехового транспорта, а также при обработке пола горячей водой и щелочным раствором. Кроме того, плитками каменного литья покрывают отдельные участки полов производственных помещений с интенсивным движением внутрицехового транспорта (проезды для тяжелых тележек) при выполнении большей части полов из метлахских плиток.

Полы из пластмассовых плиток, например фенолитовых, которые обладают повышенной механической прочностью и химической стойкостью, устраивают в помещениях с повышенной влажностью. В конторских помещениях, гардеробах уличной, домашней и рабочей одежды, в комнате мастера, рентгеновском кабинете, в помещении пульта управления конвейерами применяют полы из резиновых плиток (резинового линолеума, или релина).

Кроме плиточных материалов, используют шашки для полов из древесины и другие строительные материалы.

В соответствии с единой модульной системой оконные проемы в промышленных зданиях делают шириной 1; 1,5; 2; 3; 4; 6 м, высотой 1; 1,8; 2; 2,4; 3; 3,6; 4,8 м (кратной 600 мм). Заполнения проемов могут быть деревянными, стальными и железобетонными, а также из стеклоблоков, стеклопрофилита и пластмасс.

Деревянные заполнения применяют в помещениях с нормальной влажностью воздуха (до 60%). Они состоят из переплетов и коробок. Предусмотрено 9 типов размеров переплетов со стеклами шириной 390, 585, 640 мм и высотой 445, 885, 1045 мм. Коробки обрамляют проем и имеют четверти для установки переплетов. При заводском изготовлении на стройку доставляют готовые коробки с навешенными переплетами (оконные блоки). Их устанавливают в оконные проемы при кладке стен и крепят к боковым откосам проемов с помощью ершей, анкеров и т.п. Перед установкой грани коробки, обращенные к откосам проема, защищают от увлажнения слоем толя. Зазор между коробкой и стеной тщательно конопатят просмоленной паклей, а затем закрывают нащельниками, прибиваемыми к коробке.

Переплеты могут быть одинарными и двойными с одинарным, двойным и даже тройным остеклением в зависимости от климатических условий района и температурно-влажностного режима помещений, а также от расстояния рабочих мест до окон. Например, в отапливаемых промышленных зданиях с влажностью воздуха до 60% и перепадом расчетных температур внутреннего и наружного воздуха до 35°C при расположении рабочих мест более 2 м от окна делают одинарные переплеты.

Стальными переплетами или стальными и деревянными переплетами длиной 6 м заполняют световые проемы в панельных стенах. В панельных переплетах предусматривают вертикальные импосты (стойки из швеллеров или уголков), воспринимающие нагрузку от массы переплетов и ветровую нагрузку с площади остекления и передающие их на панели, расположенные сверху и внизу проемов. Эти панели делают по специальному расчету как панели-перемычки. Максимальную высоту проемов принимают 7,2 м. При большей высоте используют специальные ветровые ригели или принимают двухъярусные проемы высотой менее 7,2 м.

При шаге крайних колонн 6 м и применении панельных переплетов длиной 6 м специальные панели-перемычки, цокольные панели и ветровые ригели не требуются.

Стандартные стальные переплеты изготавливают из специальных прокатных или штампованных профилей. Номинальная ширина проемов 1,5; 2; 3; 4 и 6 м, номинальная высота — кратная укрупненному модулю 1,2 м.

Железобетонные переплеты характеризуются огнестойкостью, прочностью, стойкостью против коррозии и загнивания, экономичностью в эксплуатации. Однако они сложны по устройству створных частей, поэтому их делают обычно глухими с деревянными или стальными форточками. Иногда для верхнего освещения через покрытие применяют железобетонные панели со стеклоблоками — стекложелезобетонные панели.

В зданиях предприятий мясной и молочной промышленности часто оконные проемы заполняют стеклоблоками, укладываемыми на цементном растворе с прокладкой арматуры из стальной проволоки по горизонтальным и вертикальным швам через 3—5 рядов блоков. Применение стеклоблоков исключает попадание прямых солнечных лучей на обрабатываемые пищевые продукты, а также увеличивает сопротивление теплопередаче. Применение стеклоблоков допустимо в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60%. Возможно заполнение оконных проемов стеклопрофилитом коробчатого и швеллерного сечения. В одноэтажных промышленных зданиях для освещения удаленных от окон рабочих мест и аэрации (вентиляции) помещений устраивают фонари. Фонари могут быть световые, аэрационные и смешанного типа.

Для устройства верхнего освещения часто используют перепады высот между отдельными частями здания (рис. 34).

За последние годы получили распространение зенитные фонари круглой и прямоугольной формы, располагаемые в покрытиях над средней частью помещений в виде куполов или панелей из светопропускаемых пластмасс. Из этих пластмасс наиболее распространенными являются органическое стекло, полиэфирные стеклопластики и поливинилхлорид.

§ 38. ВОРОТА И ДВЕРИ

Ворота и двери — это проемы, назначение которых — пропускать транспортные средства и людей, а также оборудование при его перемещении. Поэтому их размеры зависят от вида пропускаемых транспортных средств и размеров оборудования. При этом проемы для ворот делают кратными укрупненному модулю: по ширине кратными 50 см и по высоте 60 см. Размеры ворот принимают: 2×2,4; 3×3; 4×3,6; 4×4,2 м; железнодорожных ворот — 4,7×5,6 м. Размеры железнодорожных ворот доводят до модульных за счет конструкции обрамления и рамы.

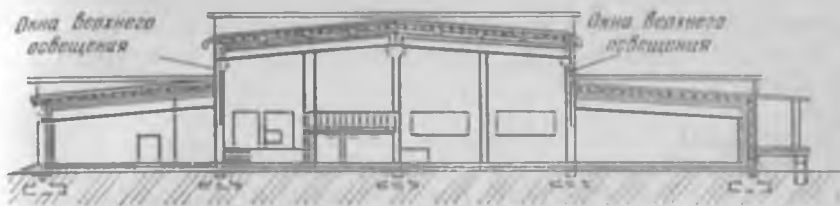


Рис. 34. Верхнее освещение с использованием перепадов высот в здании завода сухого обезжиренного молока

Участок между рамой ворот и панельными стенами чаще всего заполняют кирпичной кладкой.

Ворота выполняют деревянными со стальными накладками в углах при высоте до 3 м, со стальным каркасом при ширине и высоте более 3 м. По способу навески ворота бывают распашные, раздвижные, подъемные и свертываемые.

Двери промышленных зданий отличаются от дверей гражданских и общественных зданий простотой устройства и отделки, а также большой прочностью обвязок и обшивки. Размеры дверей кратны модулям: ширина 100 и 300 мм, высота 300 и 600 мм. Наиболее часто встречающиеся размеры деревянных дверей: $1 \times 2,4$; $1,5 \times 2,4$; $2 \times 2,4$ м. Двупольные двери с качающимися полотнами делают шириной 1900, 1500 и 1300 мм. Для специальных помещений (например, для трансформаторных подстанций и др.) делают металлические двери. Во избежание охлаждения работающих в помещении потоками холодного воздуха в районах с расчетной температурой наружного воздуха для отопления -20°C и ниже у дверей и ворот в наружных стенах устраивают тамбуры и воздушные завесы (исключая редко открывающиеся ворота). Ширину тамбура принимают на 500 мм больше ширины дверей и ворот, а глубину — на 200 мм больше ширины дверных полотен, но не менее 1200 мм.

Кроме производственно-технологического назначения, двери и ворота служат для эвакуации людей во время пожара. Количество эвакуационных выходов из помещений должно быть не менее двух. Суммарную ширину дверей в многоэтажном производственном здании принимают из следующего расчета: при трех и более этажах — 1 м на 100 человек, в одно- и двухэтажном зданиях — 1 м на 125 чел. Эвакуационные двери должны открываться наружу и быть шириной не менее 800 мм. Максимальное расстояние от рабочего места до эвакуационного выхода в одноэтажном здании допускается до 50 м — при I и II степени огнестойкости и категории А по пожарной опасности производства, до 100 м — при категориях Б и В. В многоэтажном

здании эти расстояния должны быть соответственно не более 40 и 75 м. Для производства категорий Г и Д это расстояние не ограничено.

§ 39. ЛЕСТНИЦЫ

Лестницы в соответствии с назначением разделяются на основные, служебные, пожарные и аварийные.

Основные лестницы располагают в специальных помещениях, называемых лестничными клетками, ограждаемых несгораемыми (чаще кирпичными в 1,5 кирпича) стенами с пределом огнестойкости не менее 3 ч. Лестницы должны обладать необходимой пропускной способностью, безопасностью пользования и капитальностью, а также иметь естественное освещение и выход наружу.

Основные элементы лестницы следующие: марш — наклонная часть лестницы, на которой устанавливают ступени, и лестничная площадка — горизонтальная часть, служащая для изменения направления движения при переходе с одного марша на другой, а также для сообщения с помещениями через расположенные на этажных лестничных площадках двери. Промежуточные площадки служат только для поворота движения. Марш и площадку делают из несгораемых и достаточно огнестойких материалов, чаще всего из железобетона.

Утверждены типовые конструкции лестниц промышленных зданий с одним типоразмером ступеней шириной 300 (проступь) и высотой 150 мм (подступенок), шириной маршей 1350 мм, высотой 1200 мм (рис. 35). В соответствии с противопожарными нормами количество лестниц в здании должно быть не менее двух. Помимо этого, количество лестниц определяется условием, по которому максимально допустимое расстояние (считая по проходам между оборудованием) от рабочего места до ближайшей лестницы для помещений категорий Б и В равно 75 м, а для категории А — 40 м.

Для административных корпусов промышленных предприятий и для бытовых пристроек к одноэтажным промышленным зданиям с высотой этажей 3,3 м применяют типовые лестницы с опорой маршей на балки перекрытия и на специальные балки на уровне промежуточных площадок, ширина марша 1,4 м, высота подъема 1,65 м, размер лестничной клетки в плане 3×6 м. Стены лестничной клетки выполняют из легких или ячеистых бетонов. Они опираются на балки перекрытий.

В цехах мясной и молочной промышленности часть технологического оборудования устанавливают на антресолях — специальных технологических рабочих площадках. Для подъема на площадки с оборудованием используют служебные лестницы.

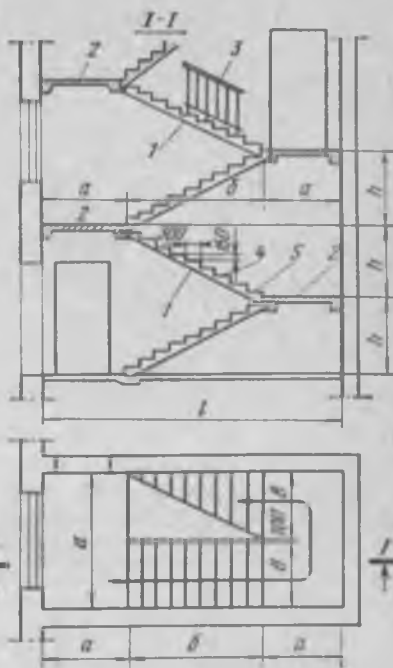
Рис. 35. План и разрез типовой лестничной клетки:

1 — марш; 2 — лестничная клетка; 3 — перила; 4 — подступенок; 5 — проступь

Служебные лестницы делают обычно открытыми (без лестничных клеток) с маршем в виде тетивы из полосовой стали с уклоном 45° — 60° и более. Проступи делают из листовой рифленой стали или из прутков. Они имеют простую легкую решетчатую конструкцию, занимающую минимальную площадь пола.

Пожарные лестницы устанавливают у промышленных зданий высотой 10 м и более на расстоянии 200 м, считая по периметру здания. Их не доводят до поверхности земли на 1,5—2 м.

Аварийные лестницы устанавливают снаружи здания с уклоном не более 45° и площадками (балконами) на уровень пола каждого этажа с устройством выходов на них из помещений. Они служат для эвакуации людей с этажей при авариях и пожарах. Марши и площадки делают стальными решетчатыми во избежание задержки атмосферных осадков. Их огораживают перилами высотой не менее 0,8 м, ширина марша при этом должна быть не менее 0,7 м. Если аварийная лестница служит одновременно и пожарной, то ее делают от поверхности земли до крыши здания.



§ 40. ОБЛЕГЧЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Применение облегченных строительных конструкций с высокой строительной готовностью является одним из условий повышения эффективности капитальных вложений в промышленное строительство, перевода его на индустриальные методы.

Двухслойные листовые сборки и трехслойные панели типа «сандвич» применяют для наружных стен. Панели первого типа состоят из наружного металлического профилированного листа и внутреннего слоя тепловой изоляции, прикрепляемых к ригелям. Металлический лист может быть стальным оцинкованным или алюминиевым и также профилиро-

ваннам. Тепловой изоляцией, как правило, служит несгораемый или самозатухающий материал из пенопластов.

Конструктивное решение стены из панелей типа «сэндвич» показано на рис. 36. Утеплителем в них служит вспененный между обшивками пенополиуретан. Панели устанавливают вертикально и прикрепляют к горизонтальным элементам фахверка, расстояние между которыми может быть в пределах 3—6 м и кратным 0,6 м. Крепление панели к фахверку осуществляется без теплопроводных включений. Стык панелей по вертикали имеет два варианта: первый из них типа «гребень—паз» с изопреновой уплотняющей прокладкой, закладываемой в панель при ее изготовлении; второй — кулачковый из двух одинаковых выступов круглой формы с последующей его герметизацией снаружи утепленным нащельником.

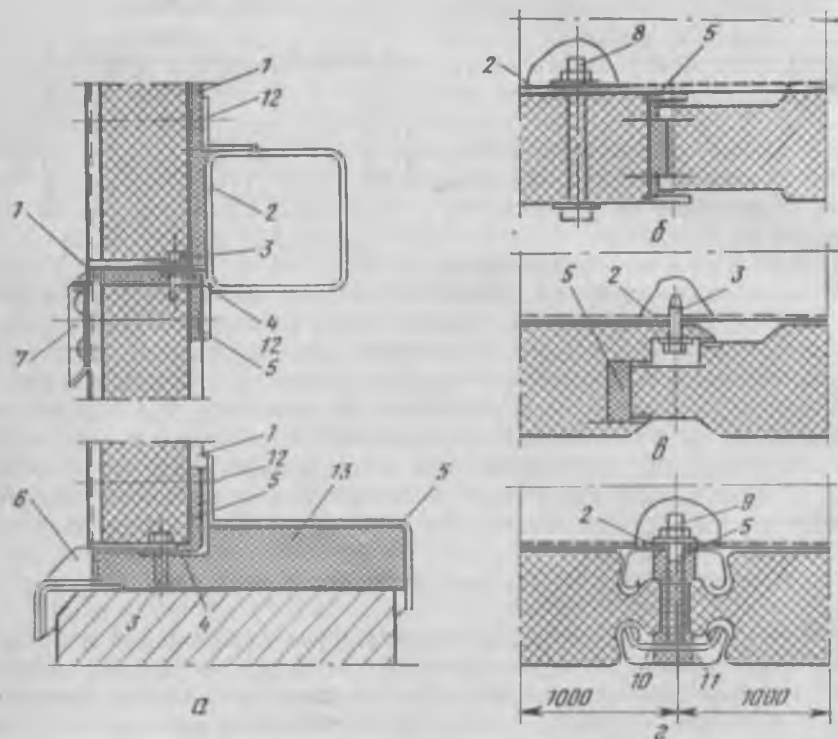


Рис. 36. Стены из трехслойных панелей типа «сэндвич»:

а — вертикальный разрез стены; б — стык типа «паз — ребро»; в — стык типа «метек-шо»; г — кулачковый стык; 1 — мастика УМС-50; 2 — ригель; 3 — самонарезающие винты; 4 — изолирующая лента из полиэтиленовой пленки на холодной битумной мастике; 5 — прокладка из пластичного пенополиуретана или типа «комирибанд»; 6 — стальное обрамление цоколя; 7 — горизонтальный нащельник; 8 — болт М10 с пластмассовой облицовкой; 9 — болт М8; 10 — прижимная скоба; 11 — вертикальный наружный нащельник; 12 — ось болта; 13 — цокольный ригель

Опорой для таких стен служит цоколь, выполняемый из более прочных материалов: кирпича, бетонных блоков и т. п.

Экструзионные панели из асбестоцемента, пригодные для стен и легких покрытий, разработаны ЦНИИПромзданий. Эти панели имеют горизонтальную разрезку и крепятся к элементам фахверка специальными крепежными устройствами. Утеплителем в них служат минераловатные плиты. Цоколем для таких стен может быть кладка из кирпича или легкобетонных блоков или панелей высотой 0,9—1,2 м, горизонтальные швы между панелями уплотняют резиновыми или неопреновыми прокладками или другими герметизирующими материалами. Конструктивное решение стены с экструзионными асбестоцементными панелями показано на рис. 37.

Асбестоцементные экструзионные плиты применяются и в легких покрытиях. Промышленность выпускает два вида экструзионных плит: с заполнением пустот теплоизоляцией и без заполнения. Любой из них может быть применен для устройства кровли. Оба варианта кровли из асбестоцементных экструзионных плит показаны на рис. 38. В первом случае по прогонам укладывают плиты с пустотами без теплоизоляции, а по ним устраивают обычную утепленную кровлю с гравийной защитой (рис. 38, а). Во втором случае кровлю выполняют по настилу из плит без утеплителя (рис. 38, б). Продольные стыки герметизируют, а около парапетов, кроме основного кровельного ковра, наклеивают дополнительный гидроизоляционный ковер с переводом его на верхнюю часть стеновых панелей.

Повышению индустриализации устройства кровель будет способствовать применение наплавляемых рубероидов и легкоплавких мастик. Наплавляемый рубероид представляет собой утолщенный покровный слой, низ которого подплавляют пламенем горелок, его применение снижает трудоемкость работ на 10—12% без снижения качества кровли.

Легкие покрытия с применением профилированного металлического листа могут выполняться двух- и многослойными. Наибольшее применение имеют многослойные конструкции. На рис. 39 представлена конструкция покрытия с двухслойными монопанелями (ФРГ). На профилированный стальной лист наклеивают слой пенопласта. При этом края листа оставляют свободными и используют их для крепления панели к прогонам самонарезающими болтами, после чего свободные края листа закрывают брусками из облицованного для прочности пенополиуретана. Сверху по пенополиуретану устраивают гидроизоляцию и кровлю из нескольких слоев рулонного материала.

В Советском Союзе настилы из стальных оцинкованных профилированных листов в покрытиях впервые были применены в больших масштабах при строительстве Волжского автомо-

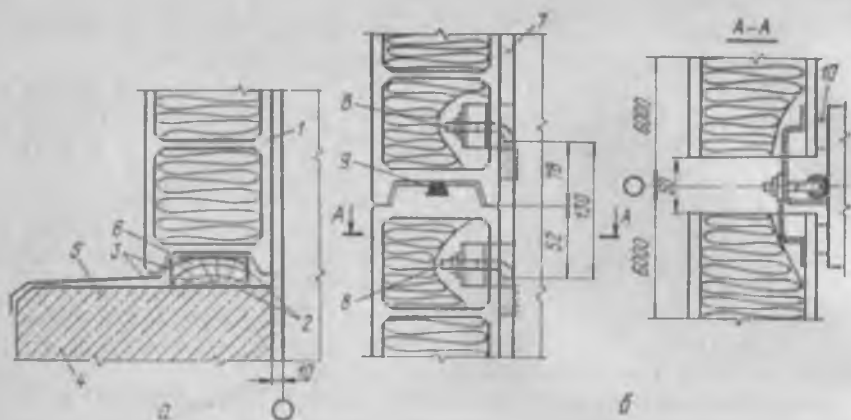


Рис. 37. Конструктивное решение стены с экструзионными асбестоцементными панелями:

а — узел опирания на цоколь; *б* — крепление панели к фахверку; 1 — панель; 2 — рубероид; 3 — цементный раствор М-50; 4 — цокольная панель; 5 — слой из оцинкованной стали; 6 — деревянный брусок 30×60 см; 7 — грань колонны; 8 — крепежное устройство; 9 — уплотняющая прокладка; 10 — фиксирующая прокладка

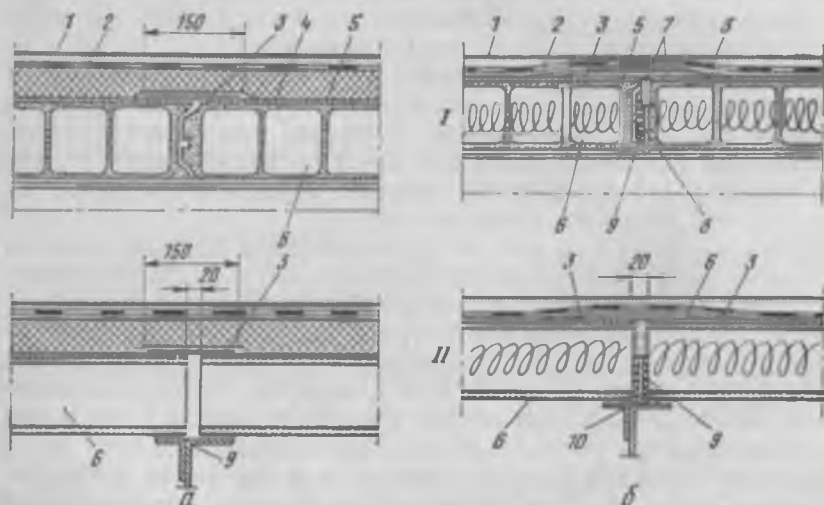


Рис. 38. Покрытие из экструзионных плит с закрытым стыком:

а — утепленных; *б* — неутепленных; 1 — продольный стык; 11 — поперечный стык; 1 — защитный слой из гравия; 2 — основной водонепроницаемый ковер; 3 — слой рубероида шириной 320 мм; 4 — слой теплоизоляции; 5 — слой рубероида; 6 — асбестоцементная плита; 7 — крепежный элемент; 8 — поризол; 9 — минеральная вата; 10 — прогон

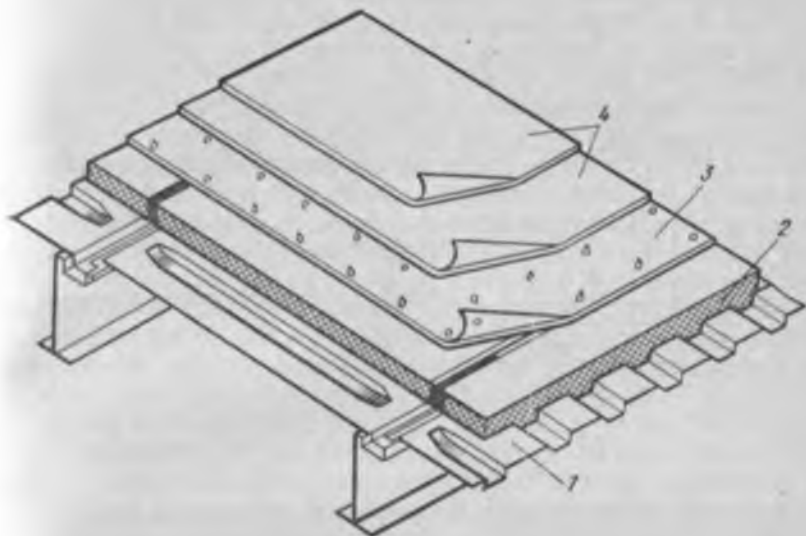


Рис. 39. Фрагмент покрытия с двухслойными монопанелями «изотекаль» фирмы «Хеш» (ФРГ):

1 — стальной лист «текаль» толщиной 0,85 мм с высотой гофра 16 мм, закрепленный к прогонам через уплотняющую прокладку; 2 — утеплитель; 3 — выравнивающий слой; 4 — многослойная кровля

бильного завода в г. Тольятти. Тепловая изоляция выполнена из пенополистирольных плит ПСБ-С с объемной массой 35 кг/м^3 , а гидроизоляционный ковер — из четырех слоев рубероида РМ-350 на битумной мастике и сверху — защитный слой гравия.

Кровельные панели из профилированного стального листа изготавливаются теперь в СССР на непрерывных линиях. Стыки покрытий из таких панелей представлены на рис. 40. Теплоизоляция панелей — из пенополиуретана, гидроизоляция — рубероид РМ-350. Ширина панелей определяется типом профилированного листа. Панели прикрепляют к каркасу самонарезающими болтами, поперечные стыки герметизируют прокладками из эластичного пенополиуретана или из пористой резины, на стыки наклеивают полосы из рубероида РМ-350, после чего устраивают многослойный кровельный ковер и защитный слой из гравия.

Деревянные клееные конструкции и строительная фанера находят все большее применение в несущих и ограждающих конструкциях промышленных зданий, особенно тех производств, которые сопровождаются выделениями, отрицательно действующими на строительные конструкции из стали и железобетона (балки покрытия, арки, фермы). Эти кон-

струкции изготовляют на специальных деревообрабатывающих комбинатах (ДОК) из досок толщиной не более 50 мм с влажностью не более 15%, склеивая их водостойким клеем из полимеров.

Строительную фанеру делают путем склеивания шпона, получаемого лущением распаренных краёв. В зависимости от количества слоев (шпонов) получают фанеру толщиной 2—12 мм, а в зависимости от вида применяемого клея получают фанеру повышенной, средней или ограниченной водостойкости. Фанера повышенной водостойкости идет на изготовление несущих конструкций промышленных зданий, с ограниченной водостойкостью — для изготовления конструкций внутри зданий.

Из березового шпона на бакелитовом клее получают бакелитизированную фанеру, которую применяют для изготовления наружных конструкций.

Сборно-монолитные и монолитные перекрытия применяют в тех случаях, когда на междуэтажные перекрытия промышленных многоэтажных зданий действуют динамические нагрузки или в самих перекрытиях необходимо делать многочисленные отверстия для прокладки технологических и инженерных коммуникаций.

На рис. 41, а представлено сборно-монолитное перекрытие, в котором главными балками служат ригели, расположенные поперек здания. На ригели укладывают второстепенные балки, которые замоноличивают вместе с плитой.

Расположение главных балок-прогонов и второстепенных балок в монолитном железобетонном каркасе такое же, как в сборно-монолитном железобетонном перекрытии (рис. 42). При значительных динамических нагрузках монолитный железобетонный каркас является более надежным, чем сборно-монолитный. Поэтому наряду с широко распространенным железобетоном в перспективе монолитные железобетонные конструкции будут продолжать применяться в довольно широких пределах. Этому будет способствовать и то обстоятельство, что монолитный железобетон менее энергоемкий, чем сборный, и поэтому стоимость конструкций из сборного железобетона будет возрастать быстрее, чем из монолитного. Вместе с тем монолитные железобетонные конструкции отличаются большей трудоемкостью производства работ по времени. Поэтому сейчас в СССР разработаны предложения по унификации арматурных изделий из сварных сеток, что будет способствовать ускорению арматурных работ.

Примером применения стальных каркасов при строительстве предприятий молочной промышленности может служить Степногорский завод сухого цельного молока. На этом заводе возведен цех сгущения и сушки молока в стальных кон-

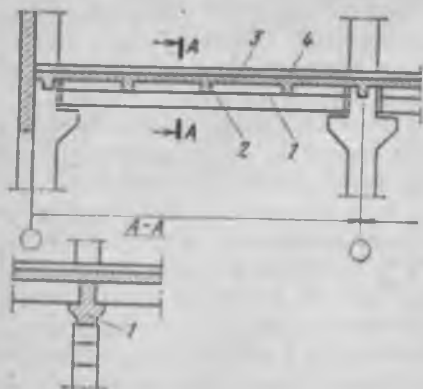


Рис. 41. Сборно-монокричное перекрытие:

1 — железобетонный ригель типа I (главная балка) 650×300 мм; 2 — второстепенные балки; 3 — монокричная плита; 4 — пол

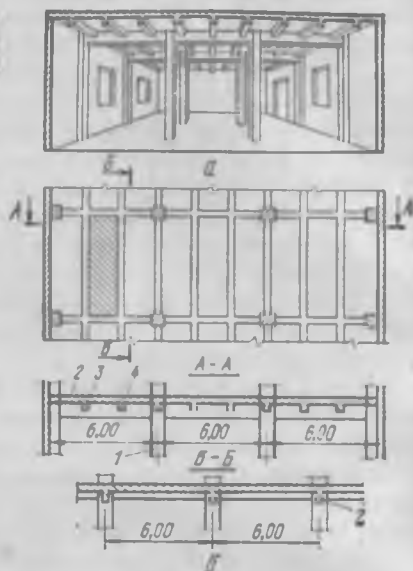


Рис. 42. Монокричный железобетонный каркас:

а — общий вид помещения; б — план участка перекрытия; 1 — колонны; 2 — главные балки (прогоны); 3 — второстепенные балки; 4 — плита

струкциях. Цех представляет собой одноэтажное здание, состоящее из стального каркаса и прикрепленных к нему ограждающих конструкций. Форма цеха в плане прямоугольная размерами 36×36 м. Каркас состоит из колонн в виде широкополочных сварных двутавров, установленных и заделанных в столбчатые железобетонные фундаменты, стальных ферм покрытия, образующих жесткие рамы с шарнирным опиранием стропильных ферм на стальные опоры колонны. Высота до низа стропильных ферм 24,6 м (рис. 43). Рамы, объединенные системой продольных и поперечных связей (на уровне нижнего пояса ферм), образуют пространственный каркас здания. Его жесткость в продольном направлении обеспечивается вертикальными связями по колоннам, в поперечном — совместной работой вертикальных связей и поперечных рам.

Цех сушки и сгущения молока в стальных конструкциях отличается от типовых одноэтажных зданий наличием встроенных перекрытий, которые не меняют типа здания. Оно считается одноэтажным, так как выполнено из конструкций, предназначенных для одноэтажного здания, а встроенные перекрытия можно демонтировать, не нарушая целостности и устойчивости здания (в многоэтажном здании убрать перекрытия нельзя).

Встроенные перекрытия могут быть использованы как технологические обслуживающие площадки для размещения обо-

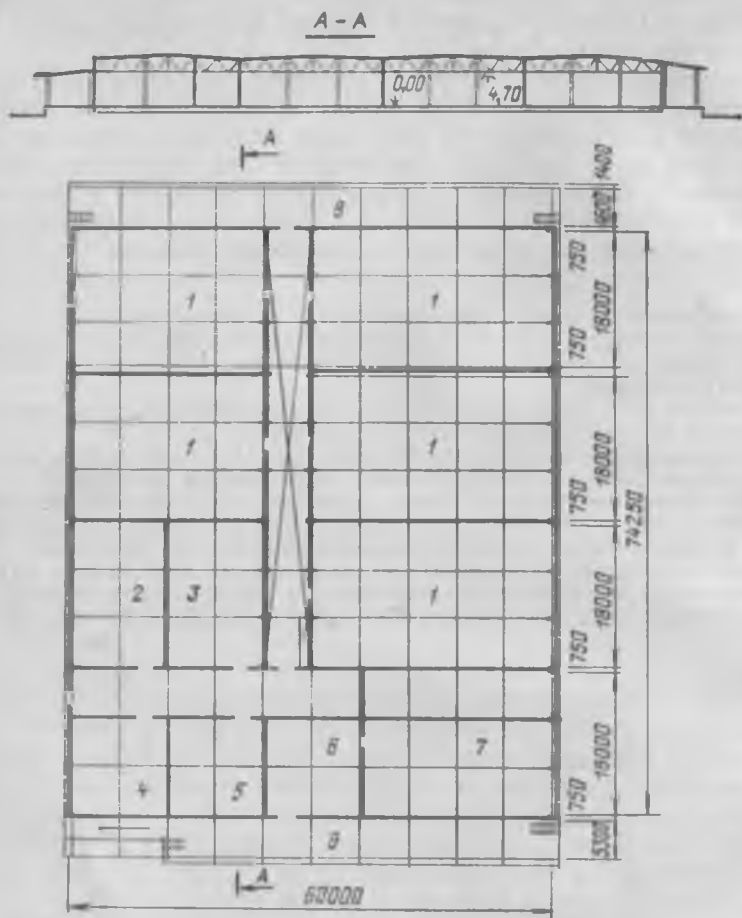


Рис. 44. Схема плана сырохранилища на 1000 т единовременного хранения (легкие металлические конструкции):

1 — камера хранения сыра ($t = -10^{\circ}\text{C}$); 2 — камера хранения масла ($t = -18^{\circ}\text{C}$); 3 — камера хранения сыра в ящиках ($t = -5^{\circ}\text{C}$); 4 — помещение подготовки тары; 5 — цех упаковки сыра в пленку; 6 — цех приемки и отгрузки продукции; 7 — цех фасовки и упаковки сыра; 8 — железнодорожная платформа; 9 — автомобильная платформа

и включали эти рамы в конструктивную схему строительных конструкций. При этом оборудование и строительные конструкции создавались на основе единой модульной системы, что позволяло осуществлять стыковку торцов блок-модулей с предельными размерами 24 м, а продольных — без ограничения их количества.

Применение комплектно-блочного монтажа возможно и в отдельных производствах молочной промышленности. На рис. 44 представлены план и разрез сырохранилища из легких металлических конструкций на 1000 т единовременного хранения сыра. Размеры здания в плане 60×74 м, где размещены отопляемые цехи и охлаждаемые камеры хранения сыра и масла. Высота до низа стропильных конструкций 4,7 м.

В качестве ограждающих конструкций⁶ стен использованы трехслойные панели типа «сэндвич», а покрытия — монопанели.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что представляют собой фундамент и фундаментные балки?
2. К каким конструкциям относятся стены промышленных зданий? Назначение наружных и внутренних стен промышленных зданий.
3. Какими свойствами должны обладать наружные и внутренние стены промышленных зданий?
4. Чем отличаются стены каркасных промышленных зданий от кирпичных стен?
5. Опишите конструкцию стеновых панелей.
6. Требования, предъявляемые к перегородкам в помещениях с повышенной влажностью воздуха.
7. Какие функции выполняют покрытия промышленных зданий?
8. В каких случаях целесообразно применение сборно-монолитных и монолитных перекрытий в многоэтажных промышленных зданиях?
9. Из каких материалов выполняют полы в производственных помещениях?
10. Назовите размеры оконных проемов промышленных зданий, соответствующие ЕМС.
11. Каково назначение зенитных фонарей в промышленных зданиях? Как они устроены?
12. Каково назначение ворот и дверей в промышленных зданиях? Как они устроены?
13. При возведении каких цехов предприятий мясной и молочной промышленности целесообразно применение стальных каркасов?
14. Чем определяется технико-экономическая целесообразность применения облегченных строительных конструкций высокой заводской готовности?

Раздел II

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Глава 6. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

§ 41. НАЗНАЧЕНИЕ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Задачи повышения производительности труда и качества продукции неразрывно связаны с созданием оптимальных условий труда и ведения технологических процессов. Назначение санитарно-технических устройств в том и состоит, чтобы максимально содействовать созданию благоприятных условий для работающих в производственных помещениях.

В состав санитарно-технических устройств входят системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, водоснабжения и канализации. Первые три предназначены для поддержания в рабочей и обслуживаемой зоне производственных помещений требуемых по санитарным нормам метеорологических условий (микроклимата)— температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся рабочие места.

Требуемая степень воздействия санитарно-технических систем на микроклимат зависит от периода года. Различают холодный, теплый и переходный периоды года. К теплоте относят период с температурой наружного воздуха 10°C и выше, к холодному и переходному — с температурой ниже 10°C . Микроклимат в рабочей зоне нормируется в разные периоды года в зависимости от категории работы, назначения помещения, избытков явной теплоты.

Все выполняемые на предприятиях работы по тяжести подразделяют на три категории: легкие (затраты энергии до 175 Вт); средней тяжести (от 175 до 290 Вт); тяжелые (более 290 Вт).

Если в производственном помещении имеются источники выделения теплоты (технологическое оборудование, нагретые материалы, инсоляция, люди), то выделяемая ими теплота в холодный период года может быть использована для восполнения тепловых потерь через ограждающие конструкции. В связи с этим уменьшают мощность отопительной системы, сокращают расходы на отопление. В теплый период года такой возможности нет и поэтому прибегают к различным мероприятиям по уменьшению тепловых потерь: герметизации технологического

оборудования, устройству местных отсосов от него; теплоизоляции оборудования, установок и трубопроводов. Однако и после этих мероприятий некоторое количество теплоты будет поступать в производственное помещение и воздействовать на температуру воздуха в нем. Эта теплота (за вычетом теплопотерь через ограждающие конструкции) считается избыточной. Таким же способом определяют избытки явной теплоты и для холодного периода, т. е. явной является теплота, воздействующая на изменение температуры воздуха в помещении. Избытки явной теплоты в количестве, не превышающем $84 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$, считаются незначительными; при большем количестве они будут значительными.

Для производственных помещений с незначительными выделениями явной теплоты ($84 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ и менее) допустимые параметры воздуха в рабочей зоне при работе средней тяжести в холодный и переходный периоды года составляют: $t_{\text{в}} = 15\text{—}20^\circ\text{C}$, относительная влажность $\varphi_{\text{в}}$ не более 75% и скорость $v_{\text{в}}$ не более 0,5 м/с. В теплый период года $t_{\text{в}}$ не должна превышать более чем на 3°C температуру наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не более 28°C ; $\varphi_{\text{в}}$ при $t_{\text{в}} = 28^\circ\text{C}$ не более 55% и далее с понижением $t_{\text{в}}$ на 1°C $\varphi_{\text{в}}$ равняется соответственно 60, 65, 70%, а при $t_{\text{в}} = 24^\circ\text{C}$ и ниже $\varphi_{\text{в}}$ не более 75%; допустимое значение $v_{\text{в}} = 0,3\text{—}0,7$ м/с.

В холодный период года температура воздуха в отапливаемых помещениях производственных и вспомогательных зданий в нерабочее время должна предусматриваться равной 5°C , если это необходимо или допустимо по условиям технологии и эксплуатации. При этом проектная мощность отопительной системы должна обеспечивать достижение нормируемой температуры в этих помещениях к началу рабочего времени.

В зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха при его температуре от 12 до 24°C влажностный режим производственных помещений считается сухим при $\varphi_{\text{в}} < 50\%$; нормальным — при $\varphi_{\text{в}} = 50\text{—}60\%$; влажным — при $\varphi_{\text{в}} = 61\text{—}75\%$; мокрым — при $\varphi_{\text{в}} > 75\%$.

§ 42. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Системы отопления предназначены для восполнения тепловых потерь здания в холодный период года. Отопительные системы в зависимости от радиуса их действия подразделяют на местные и центральные. Каждая отопительная система включает в себя три основные части: генератор тепла, теплопроводы, греющие поверхности.

К местным системам относят различные устройства, в которых все три части объединены и расположены в отопи-

ваемом помещении (кирпичные и чугунные печи, газовые и электрические нагреватели, электромалярные радиаторы и т. п.). Местные системы могут быть расположены так, чтобы можно было отапливать одновременно два или три смежных помещения.

В центральных системах все три части разделены. От генератора тепла — котла, расположенного в котельной, по теплопроводам с помощью того или иного теплоносителя тепло транспортируется во все здания и помещения этого предприятия и поступает в расположенные в них нагревательные приборы, греющие поверхности которых отдают тепло воздуху помещений. При наличии станции ТЭЦ предприятие может пользоваться централизованным теплоснабжением.

В качестве теплоносителя в центральных системах могут служить вода, пар, воздух и электрический ток (условно). Вид теплоносителя определяет название отопительных систем — водяные, паровые, воздушные. Кроме того, панельные системы отопления, в которых теплоносителем является вода или воздух.

§ 43. КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Водяные системы отопления. Теплоноситель (вода), применяемый в этих системах, безвреден и позволяет легко регулировать температуру воздуха в отапливаемых помещениях. Температуру воды, циркулирующей в системе, изменяют в зависимости от температуры наружного воздуха (чем выше температура наружного воздуха, тем ниже температура циркулирующей в системе воды).

Системы различают по типу циркуляции воды в них (гравитационные и насосные), по схеме расположения разводящих трубопроводов (с нижней и верхней разводкой), по способу присоединения нагревательных приборов (двухтрубные и однотрубные).

Гравитационные системы (с естественной циркуляцией воды) используют только для отопления небольших зданий с протяженностью трубопроводов не более 200 м. Объясняется это наличием незначительного напора для преодоления гидравлических сопротивлений в трубопроводах. При большей протяженности трубопроводов применяют насосные системы (с механической циркуляцией), радиус действия которых неограничен.

Принципиальная схема двухтрубной системы с естественным побуждением показана на рис. 45, а.

Нагретая в котле или бойлере вода поступает в главный стояк, затем в верхнюю разводящую магистраль, в присоединенные к ней горячие стояки, откуда по горячей подводке поступает в отопительные приборы. Здесь вода охлаждается, отдавая

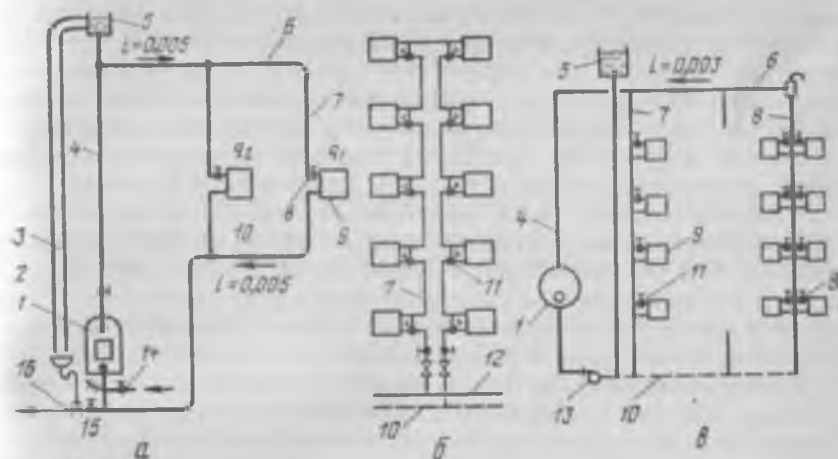


Рис. 45. Принципиальные схемы систем водяного отопления:

а — двухтрубная система с естественным побуждением и верхней разводкой; б — одно-
трубная система с механическим побуждением и нижней разводкой при расположении
стояков у оконных проемов и односторонним присоединением нагревательных приборов;
в — однотрубная система с насосным побуждением и верхней разводкой; 1 — водогрей-
ный котел или бойлер; 2 — контрольная трубка; 3 — переливная трубка; 4 — главный
стояк; 5 — расширительный бак; 6 — верхняя подающая магистраль; 7 — распределитель-
ный стояк; 8 — регулирующий кран; 9 — нагревательный прибор; 10 — обратная магист-
раль; 11 — трехходовой кран; 12 — нижняя подающая магистраль; 13 — насос; 14 — водо-
провод; 15 — спускной кран; 16 — канализация

свою теплоту через стенки приборов воздуху помещения, и да-
лее по обратной подводке, обратному стояку и обратной маги-
страли возвращается в котел или бойлер.

Циркуляционное давление $p_{\text{ц}}$ (в Па) в системе обусловлено
разностью между удельными весами охлажденной в приборе
воды, заполнившей обратные трубопроводы, и горячей воды в
котле и главном стояке:

$$p_{\text{ц}} = h_1 (\gamma_0 - \gamma_r),$$

где h_1 — расстояние по вертикали от оси котла до оси нагревательного прибо-
ра, м; γ_0 — удельный вес охлажденной воды (после отопительного прибора),
Н/м³; γ_r — удельный вес горячей воды, поступающей в главный стояк из ко-
тла, Н/м³.

Из формулы видно, что с увеличением расстояния между
осями котла и нагревательного прибора увеличивается естест-
венный циркуляционный напор, поэтому целесообразно разме-
щать котел в подвальном помещении. Если такая система отоп-
ления будет присоединена к централизованному теплоснабже-
нию через водо-водяной или пароводяной бойлер, то сказанное
о заглублении котла будет справедливо и для бойлера.

Чтобы избежать образования воздушных «пробок» в отдель-
ных участках системы, горячую магистраль прокладывают с

уклоном в сторону расширительного сосуда. Подводку к нагревательным приборам в этом случае осуществляют в сторону подающих стояков. Это способствует выходу воздуха из системы (при первоначальном заполнении ее водой и в процессе эксплуатации) в расширительный сосуд, а оттуда в атмосферу.

Уклоны полностью позволяют опорожнить систему при ремонте и промыть ее перед началом отопительного сезона.

Расширительный сосуд представляет собой металлический бак, сообщающийся с атмосферным воздухом и с магистралью системы. Его устанавливают в самой высокой точке системы для выхода воздуха, компенсации теплового расширения воды (увеличение объема при нагревании), а также для частичного восполнения утечек воды и распределения давления в системе.

Преимуществами системы водяного отопления с естественной циркуляцией перед системой с механической циркуляцией являются бесшумность ее работы вследствие малой скорости движения воды в системе (0,1—0,3 м/с) и отсутствие насоса; недостатками — применение труб большого диаметра и заглубление котла или бойлера. Двухтрубные системы отопления применяют в одно- и двухэтажных зданиях.

Водяные системы отопления с механической циркуляцией показаны на рис. 45, б, в. Их выполняют по однотрубной схеме с верхней и нижней разводкой.

Между прямыми и обратными подводками к приборам имеются смещенные от стояков замыкающие участки, по которым вода может проходить, минуя приборы. Поступление воды в приборы и в замыкающие участки регулируется трехходовыми кранами.

При однотрубной схеме обратные стояки отсутствуют, вода из горячего стояка поступает в отопительный прибор, охлаждается в нем и по выходе опять поступает в тот же стояк. Поэтому в отопительные приборы расположенных ниже этажей вода будет поступать с более низкой температурой. Чтобы компенсировать ее охлаждение, приборы на нижних этажах должны иметь большую поверхность, чем на верхних.

Для устройства системы по однотрубной схеме требуется меньшее количество труб, чем для двухтрубной, и, следовательно, однотрубные системы устанавливают в многоэтажных зданиях.

Принцип действия насосной системы (с принудительной циркуляцией воды) такой же, что и гравитационной, добавляется только дополнительный побудитель в виде насоса. Циркуляционный насос ставят на обратной магистрали между котлом или бойлером и местом присоединения к ней расширительного сосуда. Насос предназначен для преодоления гидравлических сопротивлений в системе, поэтому развиваемое им давление срав-

нительно невелико (10—30 кПа), оно определяется следующим расчетом.

Находят расчетное количество воды q (в кг/ч), которое должно поступать в каждый отопительный прибор в соответствии с его теплоотдачей:

$$q = Q_{\text{пр}} / (t_r - t_0),$$

где $Q_{\text{пр}}$ — теплоотдача прибора, Вт; t_r — температура горячей воды, поступающей в прибор, °С; t_0 — температура охлажденной воды, выходящей из прибора, °С.

Затем определяют количество воды, проходящей через каждый участок системы, и подбирают диаметры для наиболее неблагоприятного кольца схемы, исходя из допустимых скоростей движения воды по условию образования шума.

После этого рассчитывают потери давления на трение R (в Па) по принятым диаметрам трубопроводов: $R = \lambda \gamma v^2 / 2gd$ и в местных сопротивлениях z (в Па) по скоростям движения воды:

$$z = \Sigma \xi \gamma v^2 / 2g,$$

где λ — коэффициент трения; γ — удельный вес воды, Н/м³; v — скорость движения воды, м/с; g — ускорение свободного падения, м/с²; d — диаметр трубопровода, м; $\Sigma \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений.

При этом для уменьшения шума при работе системы расчетная скорость движения воды в трубопроводах, прокладываемых в производственных зданиях, не должна превышать 3 м/с, а во вспомогательных зданиях и помещениях предприятия 2 м/с.

Создаваемое насосом давление p (в Па) должно быть равно или на 10—15% больше суммы потерь давления в системе:

$$p_n \geq \Sigma (Rl + z),$$

где R — потери давления на трение 1 м трубы; l — длина участков труб, м; z — потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Для подбора насоса, кроме давления, необходимо знать его производительность W , она прямо пропорциональна тепловой мощности отопительной системы и обратно пропорциональна теплоемкости воды и разности ее температур до и после нагревательного прибора:

$$W = k Q_{\text{от}} / [c (t_r - t_0)], \quad (4)$$

где $Q_{\text{от}}$ — тепловая мощность системы, Вт; c — удельная теплоемкость воды при среднем значении ее температуры в отопительном приборе, кДж/(кг·К); k — коэффициент запаса, учитывающий изменение температуры в системе и погрешность в расчете, принимаемый равным 1,1—1,2.

Паровые системы отопления. Они бывают низкого (от 50 до 70 кПа) и высокого (более 70 кПа) давления, с верхней и нижней разводкой, одно- и двухтрубные, с самотечным возвратом

конденсата (замкнутая система) и с перекачкой его насосом (разомкнутая система).

Замкнутую систему применяют только при размещении котла ниже отопительных приборов. Для облегчения стока конденсата от конденсационной линии ее прокладывают с уклоном не менее 0,003. Для обеспечения стока попутного конденсата, образующегося вследствие охлаждения паропровода, разводящий паропровод также прокладывают с уклоном в сторону движения пара.

В разомкнутой системе отопления пар из котла поступает в главный стояк, в магистральные трубопроводы, паровые стояки и далее по ответвлениям в нагревательные приборы, где он охлаждается, отдавая скрытую теплоту парообразования через стенки прибора воздуху помещения, и конденсируется. Конденсат из приборов по конденсационной линии через конденсатоотводчик (конденсационный горшок) отводится в конденсатосборочный бак, откуда его перекачивают насосом в котел.

Чаще применяют системы низкого давления с верхней разводкой, двухтрубные с насосной перекачкой конденсата (при обслуживании нескольких зданий одной котельной).

Паровые системы высокого давления работают по тому же принципу, что и системы низкого давления.

Применение паровых систем отопления ограничено вследствие многих недостатков: отсутствует возможность качественного регулирования параметров теплоносителя; пыль, оседающая на поверхности приборов, пригорает с выделением оксида углерода; системы подвержены интенсивной коррозии (особенно конденсатопровода), а в трубопроводах бывают гидравлические удары и шум.

Преимуществами паровых систем по сравнению с водяными являются меньшие диаметры трубопроводов за счет высокого теплосодержания пара (1 кг пара при конденсации отдает примерно 2,26 кДж, а 1 кг воды при охлаждении с 95 до 70 — 0,105 кДж), простота устройства и небольшая стоимость монтажа системы.

Положительные свойства паровых и водяных систем хорошо сочетаются в комбинированных системах отопления.

Воздушные системы отопления. Эти системы нашли широкое применение благодаря возможности совмещать отопление помещения с вентиляцией, а также благодаря малой металлоемкости. Малая тепловая инерционность системы позволяет отключать ее в нерабочие смены, а затем к началу рабочей смены быстро получать требуемую температуру. В отопляемые помещения подают воздух температурой 45—70 °С (45 °С — при выпуске воздуха в помещение на высоте около 3,5 м над уровнем пола, 70 °С — при подаче на большей высоте). Воздушные

системы могут работать в трех режимах: рециркуляционном, совмещенном с приточной вентиляцией и комбинированном.

В рециркуляционном режиме воздух после подогрева поступает в помещение и после охлаждения за счет теплопотерь помещения снова возвращается в воздухонагреватель (отверстие для притока наружного воздуха полностью закрыто). Количество воздуха, необходимого для отопления помещения $G_{\text{возд}}$ (в кг/ч), определяют по формуле

$$G_{\text{возд}} = Q_{\text{от}} / [c (t_{\text{пр}} - t_{\text{в}})],$$

где $Q_{\text{от}}$ — тепловая мощность системы, Вт; c — удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·К); $t_{\text{пр}}$ — температура приточного воздуха, °С; $t_{\text{в}}$ — температура воздуха помещения, °С.

В режиме, совмещенном с приточной вентиляцией, отверстие для поступления наружного воздуха полностью открыто и через него в калорифер, а из калорифера в помещение поступает воздух. Температура приточного воздуха $t_{\text{пр}}$ (в °С) равна

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{в}} + Q_{\text{от}} / (c G_{\text{вент}}),$$

где $G_{\text{вент}}$ — расход воздуха, необходимый по условию вентиляции, кг/ч (см. гл. 7).

В комбинированном режиме к наружному воздуху подмешивается теплый воздух из помещения. Расход подмешиваемого воздуха $G_{\text{подм}}$ (в кг/ч) можно определить, если ввести в расчет коэффициент подмешивания $\alpha = G_{\text{подм}} / G_{\text{нар}}$, откуда $G_{\text{подм}} = \alpha G_{\text{нар}}$.

Коэффициент подмешивания можно выразить через расчетные температуры воздуха:

$$\alpha = (t_{\text{н. в}} - t_{\text{пр}}) / (t_{\text{пр}} - t_{\text{в}}),$$

где $t_{\text{н. в}}$ — расчетная наружная температура воздуха по вентиляции, °С.

Принципиальная схема системы воздушного и вентиляционного-отопительного агрегатов показана на рис. 46.

Панельные системы отопления. Источниками теплоизлучений служат поверхности ограждающих конструкций (панелей), в которые заделывают стальные трубы диаметром 25 мм. Они расположены на расстоянии около 20 мм от внутренних поверхностей конструкции. По трубам проходит горячая вода, служащая теплоносителем. Такие панели можно располагать горизонтально и вертикально в виде наружных стеновых панелей. Особенно целесообразно располагать нагревательные элементы из труб в подоконной части панелей (рис. 47, в). В этом случае, кроме лучистой передачи теплоты, будет создаваться конвективный восходящий поток теплого воздуха, который будет нейтрализовать ниспадающий поток холодного воздуха от окна. В подоконных панелях за нагревательными элементами укла-

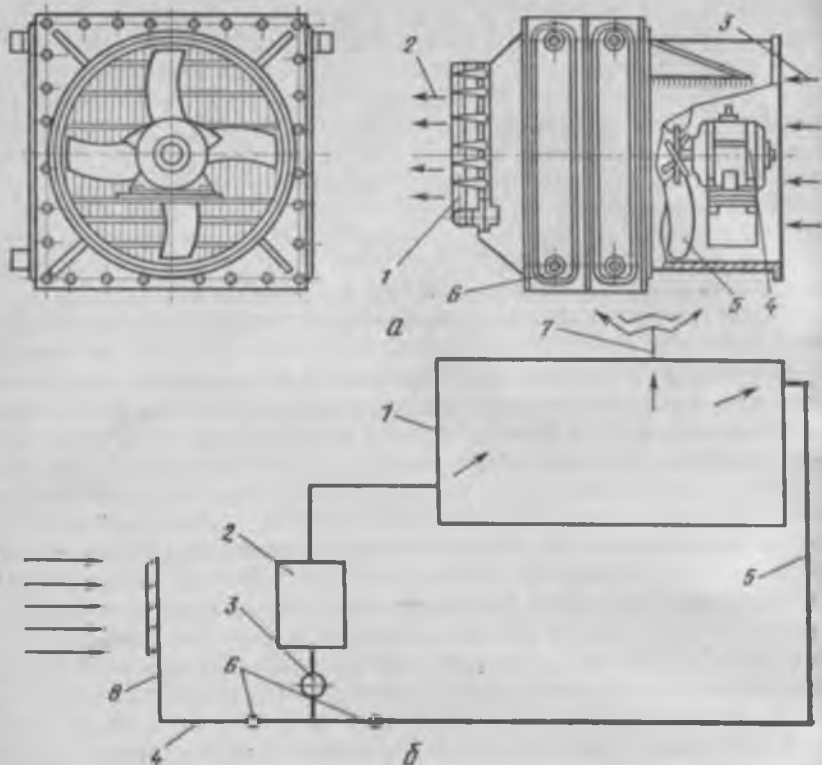


Рис. 46. Воздушное отопление:

а — схема воздушно-отопительного агрегата: 1 — подвижная решетка для направления потока воздуха; 2 — выход теплого воздуха; 3 — выход воздуха; 4 — электродвигатель; 5 — вентилятор; 6 — калорифер; б — принципиальная схема воздушного отопления с механическим побуждением: 1 — отапливаемое помещение; 2 — воздушонагреватель (калорифер); 3 — вентилятор; 4 — канал наружного воздуха; 5 — канал рециркуляционного воздуха; 6 — клапаны; 7 — вытяжная вентиляция; 8 — воздухозаборная шахта

дывают теплоизоляцию для уменьшения передачи от них теплоты наружному воздуху.

Достоинства панельного отопления состоят в том, что оно не загромождает помещения нагревательными приборами, так как на вертикальных стеновых и горизонтальных потолочных панелях оседает минимальное количество пыли и она легко удаляется, что исключает ее подгорание; улучшаются эстетические и санитарно-гигиенические качества помещений, можно поддерживать температуру воздуха в помещении на меньшем, чем обычно, уровне; дешевле обходится монтаж системы, он сводится к соединению друг с другом концов труб нагревательных элементов и прокладке магистральных трубопроводов, в летнее

время эти системы можно использовать для радиационного охлаждения помещений.

К недостаткам следует отнести большие гидравлические сопротивления, высокую тепловую инерцию и сложность ремонта.

Местные системы отопления. Они представляют собой различные нагревательные приборы — газовые, электрические, печи (последние в промышленных зданиях, как правило, не применяют).

Газовые отопительные приборы, в частности инфракрасный газовый излучатель, можно применять в безопасных в пожарном отношении помещениях при отсутствии фиксированных рабочих мест, а также при наличии газовой сети или баллонов с жидким газом.

Электрические отопительные приборы целесообразно применять в районах с избытком электроэнергии, а также в других районах в часы ее малого потребления при использовании аккумуляторных тепловых приборов. Поскольку стоимость электрического отопления примерно в 10 раз выше стоимости водяного и парового, его применение должно быть экономически обосновано.

Нагревательными элементами в приборах служат ТЭНы (трубчатые теплоэлектронагреватели), одна из конструкций ко-

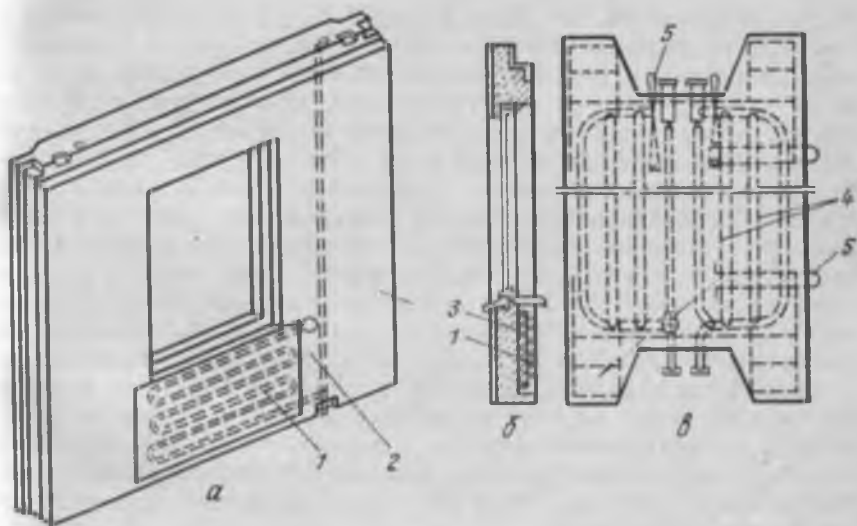


Рис. 47. Крупные стеновые бетонные панели с заделанными в них нагревательными приборами из стальных труб:

а — общий вид панели наружной стены со стороны помещения; *б* — вертикальный разрез панели наружной стены; *в* — отопительная перегородочная панель; 1 — отопительная панель со змеевиком; 2 — бетонная панель; 3 — утеплитель; 4 — регистр из стальных труб; 5 — монтажные петли

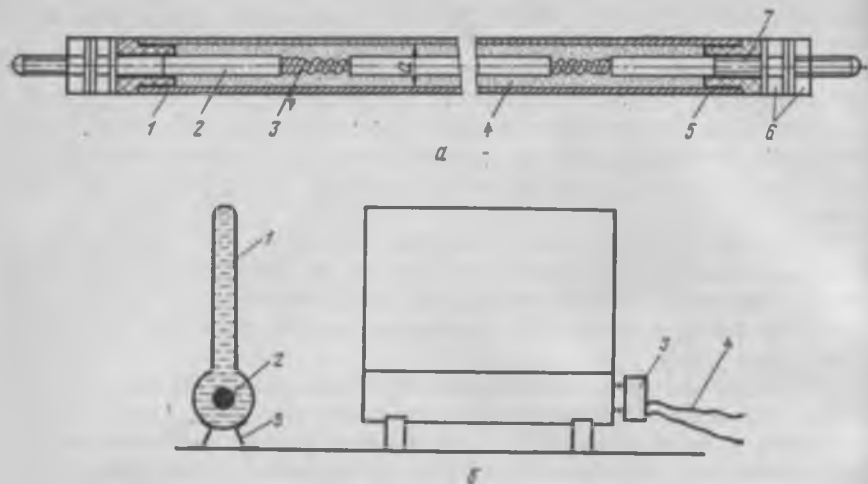


Рис. 48. Электрические нагревательные приборы:

а — трубчатый электронагреватель (ТЭН): 1 — оболочка; 2 — контактный стержень; 3 — спираль из проволоки сопротивления (накаливания); 4 — периклаз; 5 — герметик; 6 — контактные гайки и шайбы; 7 — изолятор; 6 — схема устройства электромасляного радиатора: 1 — масло; 2 — трубчатый электронагреватель (ТЭН); 3 — автомат-регулятор; 4 — электросеть; 5 — ножки

торых показана на рис. 48, *а*. Такие ТЭНы можно заделывать в специально изготовленный бетонный блок, а также в строительные конструкции, бетонные междуэтажные перекрытия, плинтусы и т. п. Проходя по электрическому сопротивлению ТЭНа, электрическая энергия преобразуется в тепловую. Благодаря этому через внешнюю поверхность металлической трубки нагревается блок-аккумулятор. Нагретый в нерабочее время блок будет обогревать помещение в рабочую смену, не потребляя энергии. Примером электрических отопительных приборов может служить электромасляный радиатор, схема которого показана на рис. 48, *б*. Он легко переносится и может быть установлен непосредственно у рабочего места. Трубчатый теплоэлектронагреватель размещен в нижней цилиндрической части металлического кожуха, заполненного маслом. Поднимаясь над нагревателем вверх за счет естественной конвекции, масло опускается по поверхности кожуха, охлаждаясь за счет передачи теплоты через стенки воздуху помещения. Преобразование электрической энергии в тепловую происходит по эквиваленту $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ кДж}$.

Системы отопления на базе централизованного теплоснабжения. Их осуществляют при наличии ТЭЦ (теплоэлектроцентрали) или центральных производственно-отопительных районных котельных промышленных узлов. Они имеют существенные

преимущества перед мелкими отопительными установками, так как КПД центральных котельных и особенно ТЭЦ значительно выше КПД местных. На ТЭЦ одновременно вырабатывается электрическая и тепловая энергия, поэтому ее КПД составляет 0,8 против 0,4—0,6 для местных котельных.

Тепловые сети выполняют в виде сетей циркуляционного типа, как правило, двухтрубными. По одной из труб потребителям подается вода температурой 130—150 °С или пар давлением около 200—300 кПа, по другой — возвращается охлажденная вода температурой 70 °С или конденсат. Повышение температуры подаваемой воды позволяет уменьшить диаметр магистральных трубопроводов и сократить капитальные затраты на сооружение магистрали и подводку к потребителям, а также эксплуа-

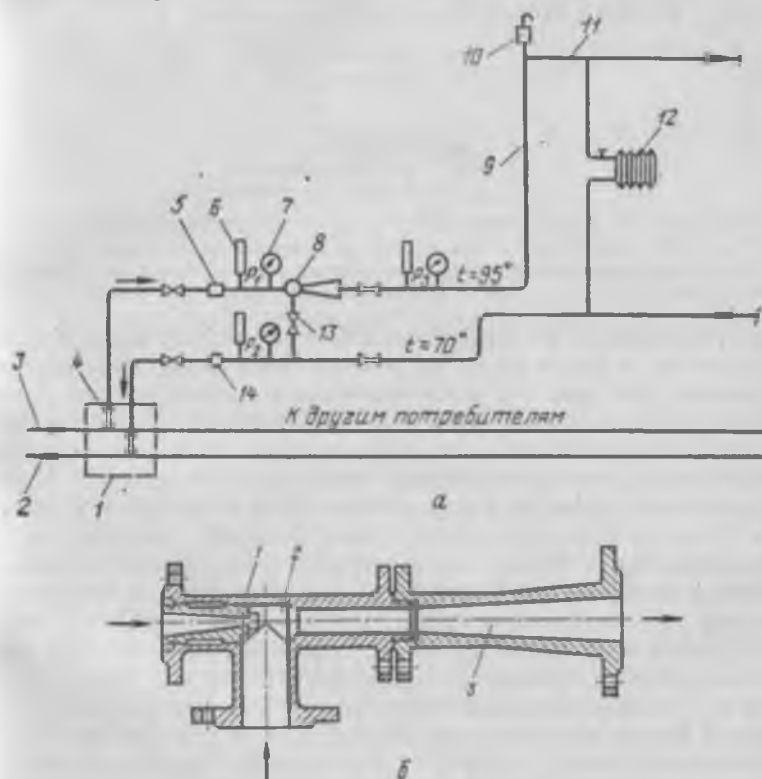


Рис. 49. Система отопления на базе теплофикации:

а — схема присоединения водяной системы отопления к теплофикационной сети через элеватор: 1 — теплофикационный колодец; 2 — обратная магистраль; 3 — подающая магистраль; 4 — задвижка; 5 — грязевик; 6 — термометр; 7 — манометр; 8 — элеватор; 9 — главный стояк; 10 — воздухоотводчик; 11 — разводящая магистраль; 12 — нагревательный прибор; 13 — задвижка; 14 — водомер; б — схема устройства элеватора (водоструйного насоса): 1 — сопло элеватора; 2 — камера смешения; 3 — расширяющаяся труба (диффузор)

тационные расходы за счет сокращения расхода электроэнергии сетевыми насосами, перекачивающими воду или конденсат.

Присоединение потребителя к тепловой сети осуществляют двумя способами — с помощью элеваторного пункта или бойлера. Первый способ применяют при водяной системе отопления, второй — чаще при паровой. Схема элеваторного присоединения и самого элеватора показана на рис. 49.

Горячая вода из теплосети поступает в сопло эжектора и выходит из него с большой скоростью, создавая вакуум в камере смешения, куда и эжектируется часть обратной воды из отопительной системы, и подмешивается к горячей воде. Смешанная вода поступает через диффузор в отопительную систему. Коэффициент подмешивания определяют так же, как в случае воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией:

$$\alpha = (t_p - t_{см}) / (t_{см} - t_0);$$

$$G_0 = \alpha G_r,$$

где t_p — температура воды в теплосети, °C; $t_{см}$ — температура воды за диффузором, °C; t_0 — температура охлажденной (подмешиваемой) воды, °C; G_0 — расход подмешиваемой воды, кг/ч; G_r — расход горячей воды, поступающей из теплосети, кг/ч.

При температуре сетевой воды 130 °C ее можно подавать непосредственно в систему центрального отопления промышленного здания. На рис. 50 показана схема присоединения центральной отопительной системы к тепловой сети с помощью бойлера (водоподогревателя), представляющего собой цилиндр из листовой стали, внутри которого установлен змеевик. Такое присоединение называют независимым. Пар из теплосети поступает в бойлер, конденсируется в нем, отдавая теплоту воде, направляющейся в бойлер через нижний патрубок из обратной магистрали центральной системы водяного отопления благодаря насосному или гравитационному побуждению. Нагретая вода через верхний патрубок бойлера поступает в главный стояк отопительной системы. Наличие здесь двух контуров (парового и водяного) позволяет назвать эту систему комбинированной пароводяной системой отопления. При подаче в змеевик из теплосети перегретой воды (150 °C) образуется комбинированная водо-водяная система отопления.

Комбинированные системы отопления исключают передачу гидравлического давления теплосети на систему отопления и наоборот, что обеспечивает большую надежность теплоснабжения.

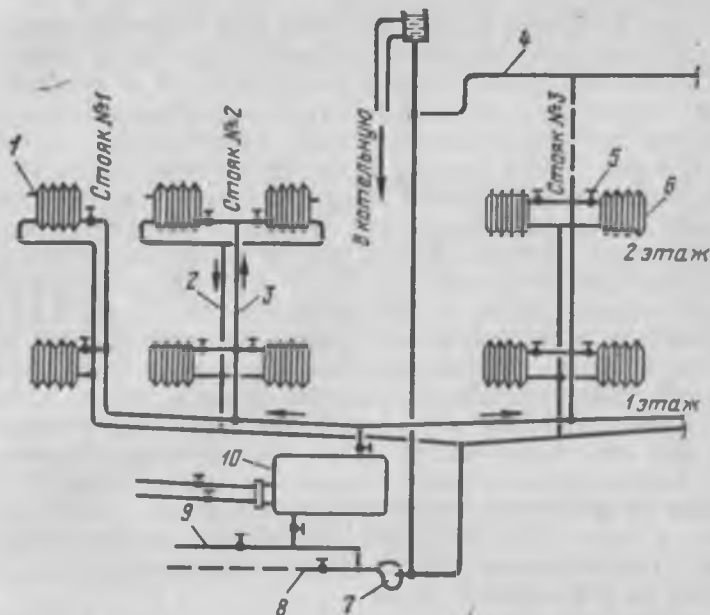


Рис. 50. Схема двухтрубной системы водяного отопления с насосной циркуляцией и нижней разводкой, присоединенной к теплосети через бойлер:

1 — кран для спуска воздуха; 2 — обратный стояк; 3 — подающий стояк; 4 — воздушная линия; 5 — кран; 6 — нагревательный прибор; 7 — насос; 8 — канализация; 9 — водопровод; 10 — бойлер

§ 44. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Составными частями систем отопления являются трубопроводы, нагревательные приборы, запорная и регулирующая арматура, приборы контроля и автоматики.

Трубопроводы. Их выполняют из стальных газовых труб диаметром до 50 мм по ГОСТ 3262—75 (легких — для горячей воды и обыкновенных — для пара и конденсата) и стальных электросварных труб по ГОСТ 10704—76 диаметром более 50 мм.

Трубопроводы прокладывают, как правило, открыто с размещением стояков в углах, образуемых наружными стенами. Исключение составляют системы водяного отопления со встроенными в конструкции зданий нагревательными элементами и стояками. В других случаях только при наличии обоснованных требований технологического, гигиенического, конструктивного или архитектурного характера допускается скрытая прокладка трубопроводов. При этом применяют обыкновенные газовые трубы по ГОСТ 3262—75. В системах с верхней разводкой подающие магистрали прокладывают по чердаку, а при отсутствии

его — под потолком верхнего этажа, при нижней разводке — в подпольных каналах или подвалах. В производственных зданиях предпочтительна открытая прокладка трубопроводов по стенам, колоннам и другим строительным конструкциям. Магистральные трубопроводы пара, воды и конденсата прокладывают с уклоном 0,002 в сторону движения теплоносителя. Меньший уклон водяных магистралей допустим при условии обеспечения скорости движения воды в них не менее 0,5 м/с. Подводки к отопительным приборам более 500 мм делают с уклоном в сторону движения теплоносителя 5—10 мм на всю длину, при меньшей длине уклона не предусматривают.

В местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок прямыми трубопроводами теплоносителя предусматривают установку гильз с кольцевым зазором между гильзой и трубой не менее 15 мм для обеспечения свободного перемещения труб при изменении температуры теплоносителя. Зазор заполняют несгораемым теплоизоляционным материалом. В случае прохода трубопровода через противопожарную стену гильзы не ставят, а место прохода плотно заделывают строительным раствором и обеспечивают компенсацию теплового удлинения трубопровода по обе стороны стены.

В местах возможного замерзания теплоносителя (в подпольных каналах у наружных дверей, в неотапливаемом или охлаждаемом помещении и др.), а также при необходимости сохранить параметры теплоносителя трубопроводы и оборудование систем отопления изолируют теплоизоляцией.

При сгораемых ограждающих конструкциях неизолированные трубопроводы теплоносителя температурой более 105 °С прокладывают на расстоянии не менее 100 мм от их поверхности, при несгораемых — это расстояние уменьшается до 35 мм при диаметре труб до 32 мм и до 50 мм при большем диаметре.

Нагревательные приборы. Они предназначены для передачи теплоты от теплоносителя воздуха помещения. Промышленность выпускает нагревательные приборы различных типов (рис. 51) — радиаторы, конвекторы, регистры, чугунные ребристые трубы и др. Каждый из них используют в соответствии с назначением производственного здания или помещения, санитарно-гигиеническими, архитектурными и экономическими требованиями.

Радиаторы представляют собой отдельные секции, отлитые из чугуна или штампованные из стали. Они имеют гладкую поверхность и легко очищаются от пыли. Их устанавливают под окнами для нейтрализации ниспадающих потоков холодного воздуха в помещениях с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями. Чтобы обеспечить доступ к ним при осмотре, ремонте и очистке, по СНиП 2.04.05—86 рекомендуется принимать следующие минимальные расстояния от строительных кон-



Рис. 51. Нагревательные приборы и способы их соединения с трубопроводами:

а — чугунные радиаторы; *б* — стальной конвектор; *в* — нагревательный прибор из гладких стальных труб (регистр); *г* — чугунная ребристая труба; *д* — стальные и штампованные радиаторы; *1* — горячий стояк; *2* — гон; *3* — обратный стояк; *4* — радиатор; *5* — пар; *6* — конденсат; *7* — проушины для крепления; *8* — присоединительный штуцер

струкций до радиаторов: 60 мм от пола, 50 мм от подоконника и 25 мм до стены.

Конвекторы делают из гладких стальных труб, надевая на них пластины из тонкой листовой стали с последующей оцинковкой. Поверхность нагрева 1 м ребристой части конвектора из труб диаметром 19 мм составляет 0,97 м², масса конвектора примерно в три раза меньше массы радиатора с эквивалентной теплоотдачей. Выпускают конвекторы двух типов: типа «Комфорт» (с кожухом) и плитусные (без кожуха). Очистка конвекторов от пыли несколько затруднена, поэтому их устанавливают в помещениях с малым выделением пыли. При установке конвекторов под окнами минимальное расстояние от строительных конструкций до плитусных конвекторов рекомендуется принимать: от оси конвектора до пола 120—150 мм, до стены 55—70, от прибора до подоконника 50 мм.

Конвекторы типа «Комфорт» устанавливают под обычными окнами в производственных, а также в бытовых и конторских помещениях. Плитусные конвекторы целесообразно размещать в помещении с избыточным остеклением. Это позволяет расположить конвекторы по всей длине светового проема.

Регистры выполняют из гладких стальных труб и применяют не только при заделке в специальные конструкции (пане-

ли), но и при открытой установке. На их гладкой поверхности осаждается меньше пыли, и она легко удаляется. Регистры устанавливаются в помещениях большой высоты под верхним остеклением (фонарями или вторым поясом окон) во избежание конденсации влаги на нем. Малая теплоотдача на единицу длины этих приборов и в связи с этим большая протяженность нагревательных труб здесь оказывается целесообразной, так как позволяет проложить нагревательные трубы по всему периметру светового проема. При малой протяженности световых проемов гладкие трубы можно компоновать в змеевики, регистры и просто располагать параллельно отдельные отрезки труб, объединяя их общими прямыми и обратными трубопроводами.

Чугунные ребристые трубы бывают с круглыми, прямоугольными и овальными ребрами. Их выпускают длиной 1; 1,5 и 2 м, с поверхностью нагрева соответственно 2; 3 и 4 м². Они характеризуются низкой стоимостью, пригодностью для водяного и парового отопления, но их ребра слабо нагреваются, легко отбиваются, кроме того, затруднена их очистка от пыли. Поэтому эти приборы устанавливают чаще во вспомогательных производственных помещениях. Характеристика некоторых нагревательных приборов приведена в табл. 4.

В табл. 5 приведены технические характеристики более совершенных приборов. Оба типа нагревательных приборов предназначены для систем водяного отопления с температурой воды до 150 °С и давлением до 0,6 МПа. Однако для стальных радиаторов в качестве теплоносителя необходима химически очищенная и деаэрированная вода, в противном случае они будут недолговечны из-за коррозии их с внутренней стороны.

При проектировании водяных и паровых систем отопления определяют площадь поверхности теплоотдачи нагревательных приборов:

$$F = Q_{от} \beta / [k (t_{ср. пр} - t_n)], \quad (5)$$

где $Q_{от}$ — количество теплоты, которое должны отдать приборы, Вт; β — коэффициент, учитывающий способ установки прибора, принимаемый при открытой установке приборов равным 1; k — коэффициент теплопередачи нагревательного прибора, Вт/(м²·К); $t_{ср. пр}$ — средняя расчетная температура теплоносителя в приборе, °С; t_n — расчетная температура воздуха помещения, °С.

Среднюю расчетную температуру в приборе при водяном отоплении определяют по формуле

$$t_{ср. пр} = (t_r + t_n)/2,$$

при паровом отоплении ее принимают равной температуре конденсации пара

$$t_{ср. пр} = t_n.$$

4. Поверхность нагрева и коэффициент теплопередачи наиболее распространенных нагревательных приборов

Нагревательные приборы	Поверхность на- грева		Кoeffици- ент пересче- та с м² на экм	Кoeffициент теплопередачи, Вт/(м² К)
	м²	экм*		
Радиаторы чугунные:				
М-140-АО	0,299	0,35	1,22	9,76
М-140 (М-140-А)	0,254	0,31	1,22	9,76
РД-90с	0,203	0,275	1,35	10,1
РД-26	0,205	0,275	1,34	9,36
М-140-АО-300	0,17	0,217	1,28	11,55
Радиаторы стальные штам- пованные МЗ-500 длиной, мм:				
578	0,64	0,83	1,3	10,2
766	0,96	1,25	1,3	10,2
952	1,2	1,56	1,3	10,2
1262	1,6	2,08	1,3	10,2
Чугунные ребристые трубы с круглыми ребрами дли- ной, м:				
1	2	1,38	0,69	5,84 (для одной трубы)
1,5	3	2,07	0,69	5,24 (для двух труб)
2	4	2,76	0,69	4,65 (для трех труб)

* Эквивалентным квадратным метром (эки) называется поверхность нагревательного прибора, пропускающая тепловой поток мощностью 506 Вт (435 ккал/ч) при разности между средней температурой теплоносителя и воздуха в помещении 64,5 °С.

Число нагревательных приборов N составит:

$$N = F/f,$$

где f — площадь поверхности теплоотдачи одной секции нагревательного прибора, м².

Запорная и регулирующая арматура. В отопительной системе запорная и регулирующая арматура служит для преграждения полностью (при отключении) или частично (при регулировке) прохода теплоносителя по трубопроводу. Она включает задвижки, запорные вентили, пробковые проходные, трехходовые поворотные сальниковые, трехходовые регулировочные краны, обратные клапаны, конденсатоотводчики (рис. 52).

Задвижки устанавливают на тепловых вводах, магистральных трубопроводах систем отопления при давлении воды или пара до 1 МПа (10 кг/см²). Их выполняют из чугуна с выдвижным шпинделем с бронзовыми уплотнительными кольцами.

5. Технические характеристики отдельных радиаторов

Нагревательные приборы	Высота, мм		Глубина, мм	Эквивалентная поверхность нагрева, экм	Примечание
	строительная	монтажная			
Чугунные радиаторы «Стандарт-140» и «Стандарт-90» типоразмерами:					
140—150	590	500	140	0,31	
140—300	390	300	140	0,2	
90—800	890	800	90	0,36	
90—500	590	500	90	0,25	
90—300	390	300	90	0,17	
Стальные панельные десятиканальные радиаторы РСГ-2 (14 типоразмеров)	573	500	30 или 100	0,9—4	При однорядном и двухрядном положении

При давлении больше 1 МПа на тепловом вводе устанавливают стальные задвижки. Шпindel задвижки на горизонтальных участках трубопроводов следует располагать вертикально или горизонтально, установка шпинделя вниз не допускается.

Запорные вентили и пробковые проходные краны (сальниковые и натяжные) устанавливают в качестве запорной арматуры на отопительных стояках диаметром не более 50 мм (при большем диаметре ставят задвижки). Шпиндели предпочтительно устанавливать горизонтально. Пробковые проходные краны имеют значительно меньший коэффициент местного сопротивления по сравнению с запорными вентилями, поэтому их предпочтительно ставить на стояках системы с гравитационным побуждением. Применяя пробковые проходные сальниковые краны, достигают непроницаемости для воды за счет плотного соприкосновения шлифованных поверхностей пробки и корпуса. Это осуществляют нажатием крышки сальника на пробку при закрытом положении.

Натяжные краны устанавливают при сравнительно небольшом давлении до 600 кПа.

Трехходовые поворотные сальниковые краны, или краны двойной регулировки, устанавливают на подводках к приборам водяного отопления для регулировки систем отопления в процессе монтажа, теплотдачи прибора при эксплуатации.

Трехходовые регулировочные краны применяют для регулировки расхода воды, поступающей в приборы однотрубных precisely-регулируемых систем отопления, для установки под манометром и др.

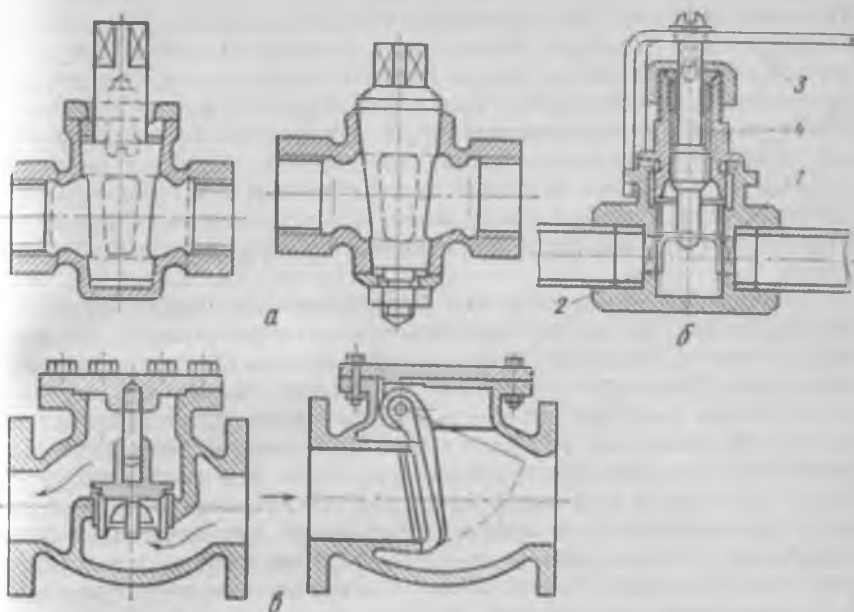


Рис. 52. Запорная и регулировочная арматура:

а — пробковый кран; б — кран двойной регулировки; в — обратный клапан: 1 — пробка; 2 — прорезы в пробке; 3 — ручка крана; 4 — шпindel

Обратные клапаны различают подъемные и поворотные. Подъемные клапаны устанавливают обычно на трубопроводах горячей воды, а поворотные — на трубопроводах холодной воды. Оба типа клапанов могут пропускать поток воды только в одном направлении. Их устанавливают на горизонтальных участках трубопроводов строго по уровню и с вертикальным расположением шпинделя.

Конденсатоотводчики ставят в паровых системах отопления с перекачкой конденсата насосом для отвода его в конденсационный бак без выпуска пара из системы. Конденсатоотводчики различают трех типов: термодинамические, термостатические и поплавкового типа. Их устанавливают строго по уровню, с обводной линией на случай ремонта и первым вентилем на ней.

Приборы контроля и автоматики. Для постоянного или периодического наблюдения за параметрами теплоносителя в тепловых вводах и в отопительных системах применяют различные приборы. На тепловых вводах ставят термометры для измерения температуры поступающей и отходящей воды в магистральных трубопроводах. Манометры устанавливают до и после элеватора

(насоса), а также на обратной линии отопительной системы. Дифференциальный манометр для измерения расхода теплоносителя, поступающего в систему, монтируют на подающей линии теплового ввода. На обратной линии теплового ввода устанавливают водомер для измерения расхода воды, выходящей из системы в тепловую сеть. Чаще других из перечисленных приборов используют термометры и манометры. Из применяемых термометров распространены ртутные термометры, электроконтактные и электрические термометры сопротивления.

Ртутные термометры имеют металлическую оправу (гильзу), предохраняющую их от механических повреждений. Гильзы ввинчивают в бобышку, привариваемую на трубопроводах (коллекторах). Электроконтактный термометр ставят для подачи сигнала при достижении предельной температуры теплоносителя. В капиллярную трубку термометра впаяны электрические контакты. Они замыкаются поднявшимся до них столбиком ртути, в результате чего подается сигнал. Электрические термометры сопротивления целесообразно применять для дистанционного измерения температуры теплоносителя. Они основаны на свойстве электрического проводника изменять свое сопротивление при изменении температуры среды.

Рядом с постоянным рабочим манометром иногда можно видеть присоединенный к нему контрольный манометр. Это делается периодически при проверке работы постоянного манометра. Поставленный под ним трехходовый кран позволяет включать в работу одновременно оба манометра. Расположенная ниже крана петлевидная трубка служит гидравлическим затвором, защищающим манометр от воздействия высоких температур (пар или вода температурой выше 100°C). В системах отопления ставят пружинные манометры, достаточно точные при измерении давления от 0,05 МПа и выше.

§ 45. МОНТАЖ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Требования, которые предъявляют к монтажу систем отопления, в основном сводятся к следующему.

Нагревательные приборы следует размещать преимущественно под окнами и другими световыми проемами (витринами, фонарями верхнего освещения и др.) для защиты работающих от ниспадающих потоков холодного воздуха.

Нагревательные приборы систем водяного и парового отопления должны быть доступны для осмотра, ремонта и очистки.

В целях пожарной безопасности нагревательные приборы и калориферы с температурой теплоносителя выше 105°C следует размещать на расстоянии не менее 100 мм от сгораемых строи-

тельных конструкций или изолировать эти конструкции несгораемыми материалами. Нагревательные приборы, устанавливаемые в лестничных клетках, не должны сокращать нормативную ширину маршей и промежуточных площадок и образовывать выступы на пути движения людей. В помещениях с производствами категорий А, Б, В и Е необходимо размещать нагревательные приборы только с гладкой поверхностью без ниш. Не допускать совместную прокладку или пересечение в одном канале трубопроводов горячей воды, пара или конденсата с трубопроводами горючей жидкости с температурой вспышки паров 120 °С и ниже или паров и газов.

Трубопроводы систем отопления прокладывают открыто, за исключением панельного отопления. Стояки систем отопления во вспомогательных зданиях предприятий размещают в углах, образуемых наружными стенами. При этом в двухтрубных системах подающий стояк всегда располагают справа от обратного (со стороны помещения). В производственных цехах подающие и обратные магистрали центрального отопления можно прокладывать по колоннам, стенам, в межферменном пространстве с учетом монтажных положений других санитарно-технических устройств (водопровода, канализации, вентиляции), а также организации всего интерьера помещения в целом. Магистральные трубопроводы пара, воды и конденсата прокладывают с уклоном 0,002 и более.

Для монтажа отопительных систем при теплоносителях — вода температурой 130—150 °С или пар давлением выше 0,1 МПа — применяют в качестве уплотнителей во фланцевых соединениях паронит, а для уплотнения сальников арматуры — асбестовую набивку, пропитанную графитом.

Общими правилами выполнения монтажа отопительных систем являются: выполнение монтажа в три этапа (сборка укрупненных узлов системы на заготовительных предприятиях или на объекте, установка готовых узлов в проектное положение, соединение установленных узлов); осуществление монтажных работ в строгой последовательности; увязка их с общестроительными работами; установка средств крепления до начала установки готовых узлов в проектное положение; выполнение монтажно-сборочных работ с использованием грузоподъемных механизмов и приспособлений; соответствие диаметров труб, количества и площади поверхности теплоотдачи отопительных приборов проекту.

§ 46. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Смонтированную систему отопления подвергают внешнему осмотру в целях проверки качества монтажа, надежности крепления всех элементов системы и особенно магистральных трубо-

(насоса), а также на обратной линии отопительной системы. Диффрагму с дифференциальным манометром для измерения расхода теплоносителя, поступающего в систему, монтируют на подающей линии теплового ввода. На обратной линии теплового ввода устанавливают водомер для измерения расхода воды, выходящей из системы в тепловую сеть. Чаще других из перечисленных приборов используют термометры и манометры. Из применяемых термометров распространены ртутные термометры, электроконтактные и электрические термометры сопротивления.

Ртутные термометры имеют металлическую оправу (гильзу), предохраняющую их от механических повреждений. Гильзы ввинчивают в бобышку, привариваемую на трубопроводах (коллекторах). Электроконтактный термометр ставят для подачи сигнала при достижении предельной температуры теплоносителя. В капиллярную трубку термометра впаяны электрические контакты. Они замыкаются поднявшимся до них столбиком ртути, в результате чего подается сигнал. Электрические термометры сопротивления целесообразно применять для дистанционного измерения температуры теплоносителя. Они основаны на свойстве электрического проводника изменять свое сопротивление при изменении температуры среды.

Рядом с постоянным рабочим манометром иногда можно видеть присоединенный к нему контрольный манометр. Это делается периодически при проверке работы постоянного манометра. Поставленный под ним трехходовый кран позволяет включать в работу одновременно оба манометра. Расположенная ниже крана петлевидная трубка служит гидравлическим затвором, защищающим манометр от воздействия высоких температур (пар или вода температурой выше 100°C). В системах отопления ставят пружинные манометры, достаточно точные при измерении давления от 0,05 МПа и выше.

§ 45. МОНТАЖ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Требования, которые предъявляют к монтажу систем отопления, в основном сводятся к следующему.

Нагревательные приборы следует размещать преимущественно под окнами и другими световыми проемами (витринами, фонарями верхнего освещения и др.) для защиты работающих от ниспадающих потоков холодного воздуха.

Нагревательные приборы систем водяного и парового отопления должны быть доступны для осмотра, ремонта и очистки.

В целях пожарной безопасности нагревательные приборы и калориферы с температурой теплоносителя выше 105°C следует размещать на расстоянии не менее 100 мм от сгораемых строи-

тельных конструкций или изолировать эти конструкции несгораемыми материалами. Нагревательные приборы, устанавливаемые в лестничных клетках, не должны сокращать нормативную ширину маршей и промежуточных площадок и образовывать выступы на пути движения людей. В помещениях с производствами категорий А, Б, В и Е необходимо размещать нагревательные приборы только с гладкой поверхностью без ниш. Не допускать совместную прокладку или пересечение в одном канале трубопроводов горячей воды, пара или конденсата с трубопроводами горючей жидкости с температурой вспышки паров 120°C и ниже или паров и газов.

Трубопроводы систем отопления прокладывают открыто, за исключением панельного отопления. Стойки систем отопления во вспомогательных зданиях предприятий размещают в углах, образуемых наружными стенами. При этом в двухтрубных системах подающий стояк всегда располагают справа от обратного (со стороны помещения). В производственных цехах подающие и обратные магистрали центрального отопления можно прокладывать по колоннам, стенам, в межферменном пространстве с учетом монтажных положений других санитарно-технических устройств (водопровода, канализации, вентиляции), а также организации всего интерьера помещения в целом. Магистральные трубопроводы пара, воды и конденсата прокладывают с уклоном 0,002 и более.

Для монтажа отопительных систем при теплоносителях — вода температурой $130\text{—}150^{\circ}\text{C}$ или пар давлением выше 0,1 МПа — применяют в качестве уплотнителей во фланцевых соединениях паронит, а для уплотнения сальников арматуры — асбестовую набивку, пропитанную графитом.

Общими правилами выполнения монтажа отопительных систем являются: выполнение монтажа в три этапа (сборка укрупненных узлов системы на заготовительных предприятиях или на объекте, установка готовых узлов в проектное положение, соединение установленных узлов); осуществление монтажных работ в строгой последовательности; увязка их с общестроительными работами; установка средств крепления до начала установки готовых узлов в проектное положение; выполнение монтажно-сборочных работ с использованием грузоподъемных механизмов и приспособлений; соответствие диаметров труб, количества и площади поверхности теплоотдачи отопительных приборов проекту.

§ 46. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Смонтированную систему отопления подвергают внешнему осмотру в целях проверки качества монтажа, надежности крепления всех элементов системы и особенно магистральных трубо-

проводов, масса которых увеличивается при заполнении водой. После внешнего осмотра систему испытывают с помощью гидравлического пресса, присоединенного к системе отопления и водопроводу.

Гидравлическое испытание систем водяного отопления проводят под давлением в 1,25 раза больше рабочего, но не менее 0,2 МПа (2 кг/см²) в самой низшей точке системы. Паровые системы низкого давления испытывают гидравлическим давлением 0,25 МПа (2,5 кг/см²) в нижней точке системы. Давление не должно снижаться в течение 5 мин.

После гидравлического испытания и устранения недостатков монтажа спускают воду из системы, заменяют ее свежей и проверяют равномерность прогрева нагревательных приборов по стоякам и этажам, плотность соединений элементов системы. Проверку на прогрев следует проводить в условиях, близких к эксплуатационным, т. е. в зимний период — при закрытых окнах и дверях. При этом нагревательные приборы должны прогреваться равномерно, а температура в рабочей зоне соответствовать расчетной (нормативной). При плохом прогреве одного или группы приборов отыскивают причины плохого прогрева (засорение в подводках к приборам, воздушные мешки, плохая регулировка запорной арматуры, несоответствие температуры и давления теплоносителя расчетным параметрам) и устраняют их. После этого систему принимают в эксплуатацию, о чем составляют предварительный акт.

В процессе эксплуатации системы специально назначенной комиссией осуществляется окончательная приемка системы с тщательной проверкой наличия арматуры, контрольно-измерительных приборов, насосов, электродвигателей, соответствия их марок, производительности и мощности проектным, наличия и исправности изоляции и составлением акта приемки-сдачи системы в эксплуатацию.

Работу системы контролируют с помощью контрольно-измерительных приборов и регулируют в соответствии с изменением метеорологических условий (температуры воздуха, скорости и направления ветра и т. п.), а также тепловыделений технологического оборудования. При этом проводят качественную и количественную регулировку подачи теплоты в нагревательные приборы изменением параметров и количества теплоносителя, поступающего в них. Кроме того, следят за работой электродвигателей, насосов, вентиляторов, конденсатоотводчиков, за наличием воды в расширительном баке, исправностью тепловой изоляции, трубопроводов и арматуры.

Мелкий текущий ремонт отопления осуществляют по мере необходимости. Капитальный ремонт системы проводят по заранее составленному плану и только в летнее время.

На летнее время систему водяного отопления оставляют заполненной водой для уменьшения внутренней коррозии труб и высыхания уплотнителя в резьбовых соединениях. Перед очередным пуском системы в работу к началу нового отопительного периода эту воду быстро спускают, промывая таким образом всю систему. После чего ее заполняют химически очищенной и деаэрированной водой.

§ 47. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООТДАЧИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Исходные данные. Наружные размеры здания следующие: длина 61 м, ширина 25 м, высота 7 м. Расчетная температура внутреннего воздуха $t_{в} = -16^{\circ}\text{C}$, наружного — $t_{н} = -26^{\circ}\text{C}$ (средняя температура самой холодной пятидневки). Теплоноситель — горячая вода, температура горячей воды $t_{г} = 130^{\circ}\text{C}$, температура охлажденной воды $t_{о} = 70^{\circ}\text{C}$.

Для одноэтажного промышленного здания, расположенного в Москве, нужно рассчитать площадь поверхности радиаторов М-140 и расставить их. Тепловые потери здания $Q_{т.з}$ и тепловую мощность системы отопления $Q_{от}$ определить по удельной тепловой характеристике здания q .

Решение. Исходя из размеров здания наружный объем составит $61 \cdot 25 \cdot 7 = 10\,675 \text{ м}^3$. В табл. 3 даны удельные тепловые характеристики зданий.

Для предприятий молочной промышленности $q = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{K})$.

Тепловые потери здания определяем по формуле (4):

$$Q_{т.з} = 0,41 \cdot 10\,675 [(16 - (-26))] \approx 184\,000 \text{ Вт.}$$

30% этих теплопотерь будут восполнены за счет тепловыделений технологического оборудования, а 70% придутся на систему отопления. Тепловая мощность системы отопления $Q_{от}$ равна

$$Q_{от} = 0,7 Q_{т.з} = 0,7 \cdot 184\,000 = 128\,800 \text{ Вт.}$$

Коэффициент теплопередачи и поверхность теплоотдачи одной секции радиатора М-140 составляют $k = 9,76 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, $f = 0,254 \text{ м}^2$.

Среднюю температуру воды в приборах определяем по формуле

$$(130 + 70) : 2 = 100^{\circ}\text{C}.$$

Общую поверхность теплоотдачи отопительных приборов определяем по формуле (5):

$$F = 128\,800 / [9,76 (100 - 16)] \approx 157,0 \text{ м}^2.$$

Общее число секций радиаторов рассчитываем по формуле

$$N = 157,0 : 0,254 = 618.$$

Приборы устанавливают следующим образом: под окнами — 22 прибора, около двух дверей — 8, у ворот — по 2 прибора с каждой стороны; всего 38 приборов. Число секций в каждом приборе 16,2, т. е. 618 : 38. Принимаем, что под окнами, обращенными на северо-восток, и около ворот, обращенных на северо-запад, по 17 секций в каждом приборе, в остальных приборах по 16 секций. Расчетные данные по санитарно-техническим системам приведены в приложении 5.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В чем различие между местными и центральными системами отопления?
2. С чем связано ограниченное применение паровых систем отопления?
3. Назовите виды воздушных систем отопления.
4. По какой формуле определяют количество воздуха, необходимое для отопления производственного помещения?
5. В чем различие между двухтрубной и однотрубной системами водяного отопления? Каковы достоинства и недостатки каждой из них?
6. Дайте характеристику составных частей систем отопления и их назначение.
7. Опишите основные виды и назначение запорной и регулирующей арматуры отопительных систем, а также приборов контроля и автоматики.
8. Каковы основные требования, которые предъявляют к монтажу систем отопления?
9. Изложите основные правила приемки систем отопления после монтажа.

Глава 7. СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

§ 48. ОСНОВЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Технологические процессы ряда производств мясной и молочной промышленности сопровождаются выделением различных газов, паров и пыли, вредно действующих на организм человека. Так, в помещениях предубойного содержания скота и птицы выделяются аммиак, углекислый газ, водяные пары, а в термических отделениях — угарный газ и избыточная теплота.

Большинство этих выделяющихся веществ при систематическом и продолжительном воздействии на организм человека наносят вред, способствуя возникновению различных заболеваний, поэтому их объединяют общим названием — *вредности*, или *вредные вещества*. Степень их воздействия на человека зависит от физико-химических свойств и содержания вредных веществ в единице объема воздуха в рабочей зоне производственного помещения.

Для снижения концентрации вредных веществ на предприятиях осуществляют следующие мероприятия: замену токсичных материалов менее токсичными; герметизацию оборудования, арматуры и трубопроводов, по которым транспортируются эти материалы; устройство местных отсосов над отверстиями или проемами, через которые могут поступать в помещение вредности; улавливание пыли в местах ее выделения или смачивание ее; устройство тепловой изоляции и придание ей ровной поверхности; окраску в светлые тона теплоотдающих поверхностей оборудования для уменьшения теплопередачи и излучения и т. д. Несмотря на принятые меры, часть вредностей поступает в помещение, и вентиляция предназначена для того, чтобы снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны до

такой концентрации, при которой они не вызывали бы заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работающего в течение всего его рабочего дня. Такая концентрация вредных веществ называется *предельно допустимой концентрацией (ПДК)*, ее величина для различных вредных веществ установлена СН 245—71.

Кроме того, организмы работающих в помещении людей также выделяют теплоту, влагу, углекислый газ в количествах, зависящих от вида и интенсивности выполняемой ими работы. В связи с этим требуется увеличение отвода теплоты и влаги для поддержания нормальной температуры тела человека и физиологических процессов в его организме. Наиболее благоприятные условия для этих процессов называют комфортными.

В неподвижной воздушной среде комфортные условия для человека в состоянии покоя определяются температурой воздуха 18°C и относительной влажностью 50%, при тяжелой физической работе соответственно 14°C и 50%. При повышении температуры воздуха комфортные условия в помещении можно сохранить путем увеличения скорости движения воздуха или уменьшения его относительной влажности. Этот процесс осуществляют с помощью кондиционирования воздуха. Различают технологическое и комфортное кондиционирование воздуха. Технологическое кондиционирование предназначено для создания, поддержания и регулирования оптимальных параметров воздуха при протекании химических и биохимических реакций (при созревании фарша, сушке колбас, созревании сыров), для обработки продукции с минимальными изменениями ее качества (при обвалке и жиловке, приготовлении фарша, наполнении колбасных оболочек, производстве диетпродуктов и др.). С помощью комфортного кондиционирования создают для работающих в помещении людей благоприятные условия, способствующие хорошему самочувствию и повышению производительности труда.

Таким образом, вентиляция и кондиционирование воздуха обеспечивают установленные нормами санитарные условия в помещениях.

§ 49. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

Процесс замены загрязненного воздуха в помещении свежим или обработанным до требуемых параметров называется *воздухообменом*. Существуют два основных метода определения количества воздуха, необходимого для вентиляции помещений, — по кратности воздухообмена и выделяющимся вредностям. Иногда количество воздуха определяют по норме на одного

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В чем различие между местными и центральными системами отопления?
2. С чем связано ограниченное применение паровых систем отопления?
3. Назовите виды воздушных систем отопления.
4. По какой формуле определяют количество воздуха, необходимое для отопления производственного помещения?
5. В чем различие между двухтрубной и одноконтурной системами водяного отопления? Каковы достоинства и недостатки каждой из них?
6. Дайте характеристику составных частей систем отопления и их назначение.
7. Опишите основные виды и назначение запорной и регулирующей арматуры отопительных систем, а также приборов контроля и автоматики.
8. Каковы основные требования, которые предъявляют к монтажу систем отопления?
9. Изложите основные правила приемки систем отопления после монтажа.

Глава 7. СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

§ 48. ОСНОВЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Технологические процессы ряда производств мясной и молочной промышленности сопровождаются выделением различных газов, паров и пыли, вредно действующих на организм человека. Так, в помещениях предубойного содержания скота и птицы выделяются аммиак, углекислый газ, водяные пары, а в термических отделениях — угарный газ и избыточная теплота.

Большинство этих выделяющихся веществ при систематическом и продолжительном воздействии на организм человека наносят вред, способствуя возникновению различных заболеваний, поэтому их объединяют общим названием — *вредности*, или *вредные вещества*. Степень их воздействия на человека зависит от физико-химических свойств и содержания вредных веществ в единице объема воздуха в рабочей зоне производственного помещения.

Для снижения концентрации вредных веществ на предприятиях осуществляют следующие мероприятия: замену токсичных материалов менее токсичными; герметизацию оборудования, арматуры и трубопроводов, по которым транспортируются эти материалы; устройство местных отсосов над отверстиями или проемами, через которые могут поступать в помещение вредности; улавливание пыли в местах ее выделения или смачивание ее; устройство тепловой изоляции и придание ей ровной поверхности; окраску в светлые тона теплоотдающих поверхностей оборудования для уменьшения теплопередачи и излучения и т. д. Несмотря на принятые меры, часть вредностей поступает в помещение, и вентиляция предназначена для того, чтобы снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны до

такой концентрации, при которой они не вызывали бы заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работающего в течение всего его рабочего дня. Такая концентрация вредных веществ называется *предельно допустимой концентрацией (ПДК)*, ее величина для различных вредных веществ установлена СН 245—71.

Кроме того, организмы работающих в помещении людей также выделяют теплоту, влагу, углекислый газ в количествах, зависящих от вида и интенсивности выполняемой ими работы. В связи с этим требуется увеличение отвода теплоты и влаги для поддержания нормальной температуры тела человека и физиологических процессов в его организме. Наиболее благоприятные условия для этих процессов называют комфортными.

В неподвижной воздушной среде комфортные условия для человека в состоянии покоя определяются температурой воздуха 18°C и относительной влажностью 50%, при тяжелой физической работе соответственно 14°C и 50%. При повышении температуры воздуха комфортные условия в помещении можно сохранить путем увеличения скорости движения воздуха или уменьшения его относительной влажности. Этот процесс осуществляют с помощью кондиционирования воздуха. Различают технологическое и комфортное кондиционирование воздуха. Технологическое кондиционирование предназначено для создания, поддержания и регулирования оптимальных параметров воздуха при протекании химических и биохимических реакций (при созревании фарша, сушке колбас, созревании сыров), для обработки продукции с минимальными изменениями ее качества (при обвалке и жиловке, приготовлении фарша, наполнении колбасных оболочек, производстве диетпродуктов и др.). С помощью комфортного кондиционирования создают для работающих в помещении людей благоприятные условия, способствующие хорошему самочувствию и повышению производительности труда.

Таким образом, вентиляция и кондиционирование воздуха обеспечивают установленные нормами санитарные условия в помещениях.

§ 49. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

Процесс замены загрязненного воздуха в помещении свежим или обработанным до требуемых параметров называется *воздухообменом*. Существуют два основных метода определения количества воздуха, необходимого для вентиляции помещений, — по кратности воздухообмена и выделяющимся вредностям. Иногда количество воздуха определяют по норме на одного

работающего человека в час. Например, при объеме помещения на одного работающего 20 м^3 норма подачи воздуха составляет 30 м^3 на одного человека.

Кратность воздухообмена имеет размерность $1/\text{ч}$, или ч^{-1} , и показывает, сколько раз за один час происходит смена воздуха в объеме всего помещения. Например, при объеме помещения $V = 15000 \text{ м}^3$ и кратности воздухообмена $m = 2 \text{ ч}^{-1}$ надо в течение одного часа подать в помещение или удалить из него 30000 м^3 воздуха, т. е. воздухообмен L (в $\text{м}^3/\text{ч}$) определяют по формуле

$$L = mV.$$

Количество воздуха по кратности и по норме на одного человека определяют для бытовых, конторских и других подобных помещений. По выделяющимся вредностям рассчитывают необходимое количество воздуха для производственных помещений.

Например, для удаления газов устанавливают количество воздуха, необходимое для разбавления их до допустимых концентраций:

$$L = M(p_2 - p_1), \quad (6)$$

где M — количество выделяющихся в час газов, мг; p_2 — предельно допустимая концентрация газов, $\text{мг}/\text{м}^3$; p_1 — концентрация газов в приточном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Если в помещение подается наружный воздух, содержащий около $0,03\%$ углекислого газа, то p_1 можно принять равной нулю и тогда

$$L = M/p_2. \quad (7)$$

Численные значения M устанавливают по техническому паспорту оборудования или экспериментально.

Если одновременно с общеобменной вентиляцией работают местные отсосы, то общее количество воздуха

$$L = (M - M_{\text{м.о.}})/(p_2 - p_1) + L_{\text{м.о.}} \quad (8)$$

где M — общее количество вредностей, выделяющихся в помещении в час, мг; $M_{\text{м.о.}}$ — количество вредностей, удаляемых местными отсосами в час, мг; $L_{\text{м.о.}}$ — количество воздуха, удаляемого местными отсосами в час, м^3 .

В том случае, когда в воздух помещения выделяется несколько вредных веществ однонаправленного действия, то количества воздуха, полученные расчетом для удаления каждого из них, суммируют. Если выделяющиеся в воздух помещения вредные вещества не обладают однонаправленным характером действия, то количество воздуха при расчете общеобменной вентиляции допускается принимать по тому вредному веществу, для разбавления которого до его предельно допустимой кон-

центрации требуется наибольшее количество приточного воздуха.

При расчете количества воздуха, необходимого для удаления избыточной теплоты, в формулах (6), (7), (8) M будет обозначать количество удаляемой теплоты, а p_2 и p_1 — теплосодержание воздуха, соответственно удаляемого из помещения и поступающего (подаваемого) в него.

При расчете количества воздуха для удаления избыточной влаги M будет выражать количество удаляемых из помещения водяных паров, а p_2 и p_1 — влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения и поступающего в него.

В случаях, предусмотренных санитарными нормами проектирования промышленных предприятий, вентиляционный воздух, содержащий пыль, вредные и неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу очищают.

§ 50. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Системы вентиляции классифицируют по назначению, способу действия и принципу размещения приточных и вытяжных отверстий, а также по энергетическому признаку.

По назначению различают приточные системы — для подачи свежего воздуха в помещение, вытяжные — для удаления из помещения загрязненного воздуха, приточно-вытяжные — для одновременной подачи свежего и удаления загрязненного воздуха.

По способу действия и принципу размещения приточных и вытяжных отверстий приточные и вытяжные системы могут быть местными, общеобменными и смешанными. При местной системе вентиляции вытяжные устройства в виде колпаков, зонтов и укрытий размещают непосредственно у мест выделения вредностей или подачу свежего воздуха осуществляют непосредственно в рабочую зону для достижения ПДК вредных веществ только в этой зоне (рис. 53, а). При общеобменной вентиляции воздухообмен осуществляется в объеме всего помещения (рис. 53, б). Смешанная система вентиляции — сочетание местной и общеобменной систем (рис. 53, в).

По энергетическому признаку, или способу побуждения воздуха к движению, различают системы с естественным и механическим побуждением. Во-первых, воздух перемещается за счет разности между объемными массами наружного и внутреннего воздуха и ветра (рис. 54), во-вторых, перемещение воздуха осуществляется вентилятором или каким-либо другим побудителем (в частности, эжектором, устанавливаемым для перемещения взрывоопасных смесей).



Рис. 53. Схемы систем вентиляции:

а — местной приточной и вытяжной: 1 — зонты над местами выделения вредностей; 2 — воздушные души; 3 — вентилятор; 4 — калорифер; б — общеобменной; в — смешанной: 1 — местная вытяжная; 2 — общеобменная приточная для всего помещения

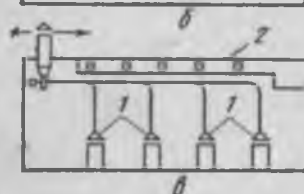
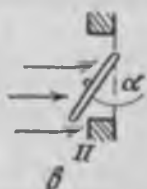
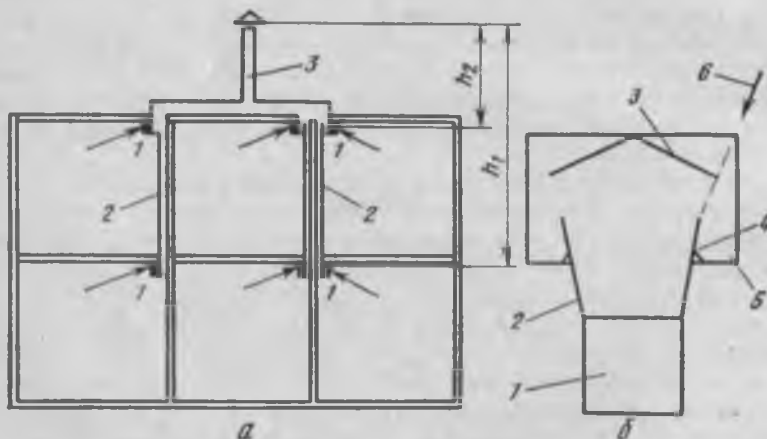


Рис. 54. Виды систем естественной вентиляции:

а — канальная система: 1 — вытяжное отверстие с жалюзийной решеткой; 2 — вытяжной канал; 3 — вытяжная шахта; б — динамическая схема дефлектора ЦАГИ: 1 — патрубок; 2 — диффузор; 3 — зонт-клапан; 4 — конусный щиток; 5 — цилиндр; 6 — направление дождя; в — приточные аэрационные фрамуги: 1 — одинарная верхнеподвесная створка; II — одинарная среднеподвесная створка; III — двойная верхнеподвесная створка



Распределение и вытяжку воздуха организуют с учетом особенностей технологического процесса, характера и свойств выделяющихся при этом вредных веществ. При общеобменной вентиляции в помещениях с высокой влажностью для предупреждения туманообразования и конденсации водяного пара на поверхностях ограждающих конструкций (особенно на потолке) осуществляют сосредоточенную подачу сухого теплого воздуха ($30-35^{\circ}\text{C}$) в верхнюю зону помещения. Одновременно из этой же зоны удаляют насыщенный влагой воздух (рис. 55), т. е. имеет место вентилирование помещения сверху вниз. При этом струя теплого воздуха «налипает» на поверхность потолка, нагревает и подсушивает ее, тем самым предотвращая образование капель.

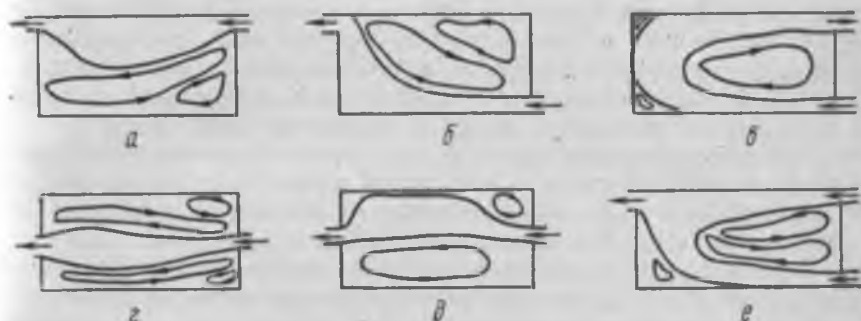


Рис. 55. Схемы вентилирования помещений:

а — сверху вверх; б — снизу вверх при расположении приточных и вытяжных отверстий по диагонали; в — снизу вверх при одностороннем расположении отверстий; г, д — при двустороннем расположении отверстий на половине высоты помещения; е — с двумя приточными отверстиями сверху и внизу с одной стороны и одним вытяжным сверху на противоположной стороне

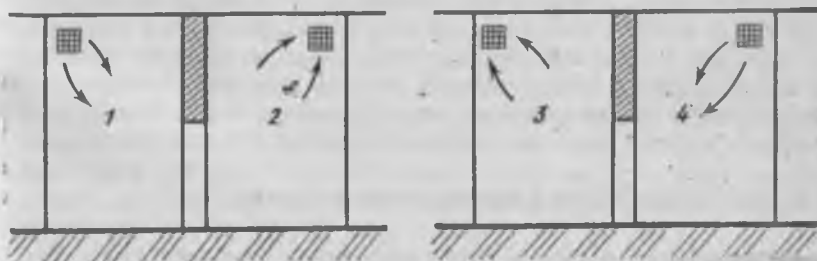


Рис. 56. Организация вентиляции смежных помещений:

1 — помещение с высокими санитарными требованиями; 2 — помещение с выделением большого количества пыли; 3 — помещение с выделением избыточной влаги; 4 — помещение с выделением избыточной теплоты

В помещениях с одновременным наличием избыточной теплоты и влаги система вентиляции дополняется подачей воздуха в рабочую зону (летний и переходный периоды) или выше рабочей зоны в верхнюю зону (зимний период). Для удаления избыточной теплоты (летний период) воздух подается только в рабочую зону.

При значительном запылении воздуха (помещения размола шквары, просеивания кормовой муки, цехи ширпотреба и др.) воздух подается сверху не сосредоточенно, а из воздухопроводов равномерной раздачи со скоростью выхода из отверстий не более 2—3 м/с. При наличии выделений пыли и избыточной теплоты схема с равномерной подачей воздуха дополняется подачей воздуха в рабочую зону.

Запыленный воздух перед выбросом в атмосферу очищают, а выброс производят выше кровли здания не менее чем на 1,5 м.

Вытяжку загрязненного воздуха делают из разных зон в зависимости от физических свойств, в частности от плотности выделяющихся вредностей. Например, вытяжку воздуха из компрессорного цеха осуществляют из верхней зоны, так как пары аммиака обладают меньшей плотностью, чем воздух, в хлораторных делают вытяжку из нижней зоны помещения у пола, так как плотность хлора выше плотности воздуха.

Следует учитывать также расположение и назначение смежных помещений в связи с зональным характером систем вентиляции, когда одна вентиляционная установка обслуживает не одно, а несколько помещений (рис. 56).

При соседстве двух помещений с высокими санитарными требованиями и с выделением большого количества пыли подачу свежего воздуха осуществляют в первое помещение, а вытяжку загрязненного воздуха — из второго. При соседстве помещения с избыточной теплотой с помещением, в котором выделяется водяной пар, надо предусмотреть подачу свежего воздуха в первое, а вытяжку — из второго.

Приточные системы устанавливают в зимний и переходные периоды, когда необходим подогрев воздуха перед подачей его в помещения. Вытяжные системы для удаления избытков теплоты устанавливают в летний период с учетом полного тепловыделения, так как потери теплоты через ограждающие конструкции чрезвычайно малы или полностью отсутствуют.

§ 52. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Основными частями вентиляционных систем являются приточные и вытяжные камеры, фильтры, пылеуловители, калориферы, кондиционеры, воздухораспределители, воздухопроводы, фасонные части и регулирующие устройства.

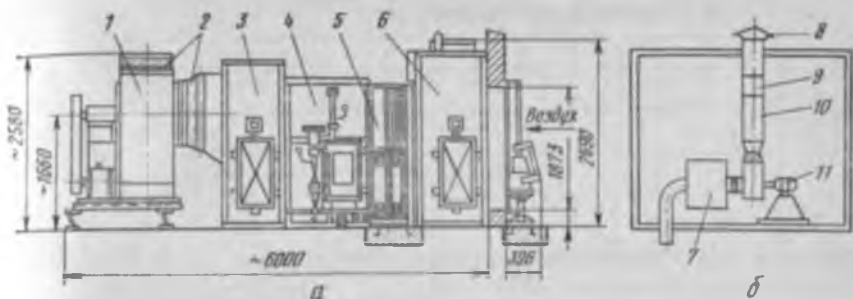


Рис. 57. Схемы вентиляционных камер:

а — приточная камера; *б* — вытяжная камера; 1 — вентилятор; 2 — гибкая вставка; 3 — соединительная секция; 4 — секция орошения; 5 — калориферная; 6 — приемная; 7 — очистное устройство; 8 — зонт; 9 — обратный клапан; 10 — шахта; 11 — электродвигатель

Состав и количество входящих в систему основных частей зависят от назначения систем и от способа побуждения воздуха к движению в системе.

Приточные и вытяжные камеры. Они служат для размещения основного оборудования вентиляционных систем (рис. 57).

Сантехпроектом разработана серия (3.904—15) типовых приточных камер типа ПК-10—ПК-15 производительностью от 3,5 до 150 тыс. м³/ч. Камеры собирают из стандартных секций заводского изготовления и применяют в качестве вентиляционных и отопительно-вентиляционных установок, а также для дежурного отопления. Они могут работать во всех трех режимах: прямоточном, рециркуляционном и комбинированном. Конструкция камер может быть левого и правого исполнения (обслуживание осуществляется с левой или правой стороны по ходу воздуха). Сборку камер производят из одних и тех же элементов.

При отсутствии возможности использовать типовые приточные камеры можно изготовить камеру на месте строительства.

Как правило, приточные камеры размещают у наружных стен в нижних этажах с учетом того, что радиус действия системы вентиляции (протяженность вентиляционной сети) не должен превышать 50 м. Помещения, обслуживаемые одной камерой, должны быть близки по характеру производства и параметрам воздушной среды. Входные отверстия для забора наружного воздуха располагают в зоне с наименьшим загрязнением воздуха производственными и вентиляционными выбросами на высоте не менее 2 м от поверхности земли.

Вытяжная камера снабжена очистным устройством и шахтой с зонтом для выброса загрязненного воздуха в атмосферу. Во избежание конденсации водяного пара, содержащегося в удаляемом воздухе, шахту утепляют, а для уменьшения потерь

6. Показатели работы фильтров

Класс филь- тра	Размеры пылевых частиц, мкм	Эффективность очистки, %
1	До 1	99
2	От 1 до 10	85
3	От 10 до 50	60

теплоты через вытяжную систему в нерабочую смену снабжают утепленным обратным клапаном.

Фильтры. Их делят по степени очистки воздуха на три типа: тонкой, средней и грубой очистки, которые характеризуются конечным содержанием пыли в 1 м³ воздуха.

Степень очистки Конечное содержание пыли в воздухе, мг/м ³	Тонкая 1—2	Средняя 40—50	Грубая 50
---	---------------	------------------	--------------

Тонкой очистке подвергается наружный и рециркуляционный воздух в приточных системах, а средней и грубой — в вытяжных. Для тонкой очистки приточного воздуха применяют следующие фильтры: смоченные пористые (волоконистые и масляные), сухие пористые (волоконистые, сетчатые и губчатые).

Фильтры подразделяют по их эффективности на три класса в зависимости от размеров пылевых частиц (табл. 6).

Эффективность фильтра ϵ (в %) определяют по формуле

$$\epsilon = [(g_n - g_k)/g_n] 100, \quad (9)$$

где g_n , g_k — соответственно начальное (перед фильтром) и конечное (после фильтра) содержание пыли в воздухе, мг/м³.

Наиболее часто применяют масляные фильтры (самоочищающиеся КдМ-1006А и КдМ-2006 и фильтры с кольцами Рашига) и сухие пористые волоконистые.

В самоочищающихся фильтрах КдМ-1006А и КдМ-2006 фильтрующее полотно образуют две последовательно установленные металлические сетки, натянутые между верхними (ведущими) и нижними (натяжными) валами. На смоченной маслом поверхности сеток оседает пыль от проходящего через фильтр воздуха. В нижней части кожуха фильтра расположена масляная ванна, в которой сетка отмывается от осевшей на ней пыли. Загрязненное масло сливают через кран и заменяют его чистым.

Фильтры с кольцами Рашига собирают из отдельных ячеек, представляющих собой металлические квадратные обечайки, затянутые с обеих сторон металлическими сетками. Пространство между сетками заполнено кольцами Рашига, диаметр и длина которых одинаковы и равны 8—12 мм. Ячейки с коль-

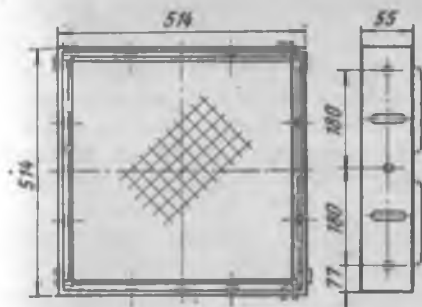


Рис. 58. Фильтры ячейкового типа

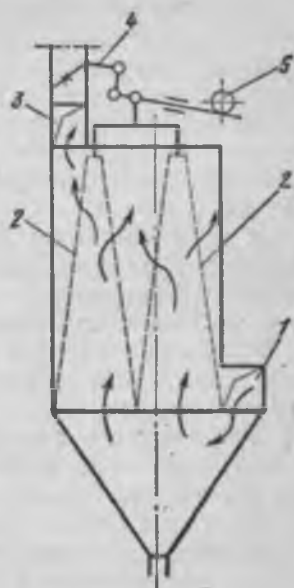


Рис. 59. Тканевый рукавный фильтр:

1 — рукава фильтра; 2 — канал для отвода обеспыленного воздуха; 3 — устройство для переключения фильтра на продувку; 4 — канал для подачи запыленного воздуха; 5 — механизм для встряхивания рукавов и переключения фильтра на продувку

цами Рашига предварительно погружают в бак с веретенным или вазелиновым маслом, вынимают и дают стечь маслу в течение 2—3 сут при вертикальном положении, после чего их устанавливают в специальные каркасы для образования фильтрующих панелей требуемой по расчету площади. Загрязненные ячейки промывают в горячем 10%-ном содовом растворе, а затем в горячей чистой воде. После просушки их снова покрывают маслом.

К сухим пористым волокнистым фильтрам относят унифицированные ячейковые фильтры типа ФяР, ФяВ, ФяУ (рис. 58), а также воздушные фильтры типа ФРУ (фильтры рулонные унифицированные).

Фильтры типа ФРУ представляют собой коробчатый каркас, в верхней и нижней частях которого установлены катушки-барабаны. На верхнюю катушку намотано полотнище чистого фильтрующего нетканого материала типа ФСВУ из упругого, слегка промасленного стекловолна. К нижней катушке прикрепляют конец этого полотнища так, что оно перегородивает поток свежего атмосферного воздуха. По мере загрязнения до заданного предела полотно наматывается на нижнюю катушку, а на его место встает новый участок чистого полотна, сматываемого с верхней катушки.

Эти фильтры применяют при нормальной запыленности наружного воздуха (до 1 мг/м^3).

Для очистки запыленного воздуха перед выбросом его в атмосферу наиболее широко применяют тканевые (хлопчатобумажные, шерстяные, нитроновые, лавсановые, из стеклоткани), зернистые орошаемые (из песка, гальки, шлака, опилок, резиновой крошки, пластических масс, а также стандартных видов насадок — колец Рашига, сферических колец), рулонные, пневматические, электрические фильтры, а также фильтры И. В. Петрянова.

В зависимости от формы, придаваемой ткани, различают фильтры рукавные, плоские, клиновые; по расположению относительно вентилятора — всасывающие, нагнетательные; по способу регенерации ткани — встряхиваемые, продуваемые и др.

В тканевых рукавных фильтрах (рис. 59) регенерация ткани осуществляется встряхиванием с помощью специального механизма.

Зернистые орошаемые фильтры иногда называют фильтрами с противоточным орошением, так как запыленный воздух проходит навстречу потоку воды.

Пневматические рулонные фильтры (ФРП) по устройству идентичны фильтрам типа ФРУ. Но они снабжены системой пневматической регенерации фильтрующего нетканого материала и предназначены главным образом для очистки воздуха от волокнистой пыли.

В электрических фильтрах при прохождении воздуха через электрическое поле содержащиеся в нем частицы пыли приобретают заряд и оседают на электродах. Пыль с электродов выпадает в бункер, откуда периодически удаляется.

Фильтры И. В. Петрянова (ФП) применяют для очистки вентиляционных выбросов, содержащих радиоактивные или токсичные аэрозоли — туманы с капельками кислот, масел и солей. Очистку осуществляют в две ступени. В первой используют фильтрующий элемент насадочного типа из распушенного штапельного волокна — лавсана, уложенного между винипластовыми сетками, во второй — рамочный фильтр с фильтрующим материалом ФП.

При очистке воздуха от туманов количество уловленной жидкости не должно превышать 10—20 г на 1 м² фильтрующей поверхности. Этот фильтр можно использовать для тонкой и сверхтонкой очистки приточного атмосферного воздуха от твердых сухих высокодисперсных аэрозольных частиц при особо высоких требованиях к чистоте воздуха по характеру технологического процесса, а также для бактериальной очистки воздуха.

Техническая характеристика некоторых фильтров приведена в табл. 7.

Пылеуловители. Их применяют для очистки вентиляционных выбросов от пыли. При недостаточной эффективности одного

7. Техническая характеристика фильтров

Фильтры	Предельное начальное содержание пыли, мг/м³	Эффективность очистки, %	Номинальная пропускная способность, м³/ч	Удельная нагрузка м³/(м²·ч)	Сопротивление фильтра, Па	Площадь рабочего сечения, м²
Масляные самоочищающиеся:						
КдМ-1006М	10	95	10000	10000	100	1,01
КдМ-2006К	10	95	20000	10000	100	2
КдМ-4006	10	65—90	40000	11300	130	3,51
КдМ-6006	10	65—90	60000	9400	105	6,38
КдМ-8006	10	65—90	80000	10400	115	7,65
КдМ-12006	10	65—90	120000	10200	115	11,75
КдМ-16006	10	65—90	160000	10920	120	14,65
КдМ-20006	10	65—90	200000	10920	120	18,3
КдМ-24006	10	65—90	240000	10850	120	22,1
С кольцами Рашига	10	96—98	1000	4000	100	0,25
Унифицированные ячейковые						
ФяР	5	80	1540	7000	40	0,22
ФяВ	10	70	1540	7000	50	0,22
ФяУ	10	80	2200	10000	30	0,22
ФяП	10	70—80	1540	7000	70	0,22
Рулонные ФРУ:						
Ф12РУ1	1	85	120000	10000	40	12
Ф4РУ4	1	85	40000	10000	40	4
Электрические фильтры:						
ФЭ (агрегатные)	5	85—95	1200	7200	100	0,352
ЭФ-2 (тумбочные)	5	95	1700	2000	40	0,45

Примечание. Унифицированные фильтры типа Фя поставляются со следующим наполнением: ФяР-12 гофрированных металлических сеток по ГОСТ 3826-66, в том числе пять сеток № 2,5, четыре — № 1,2 и три — № 0,63; ФяВ-12 гофрированных винилпластовых сеток по СТУ 30-124-23-62; ФяП — модифицированный пенополиуретан по МРГУ 6-06-1150-68.

пылеуловителя за ним последовательно ставят второй пылеуловитель или фильтр (двух-трехступенчатая очистка).

К пылеуловителям относят осадочные камеры, лабиринтные камеры В. В. Батурина (сухого и мокрого типов), пенные пылеуловители (рис. 60).

Осадочные камеры являются простейшими устройствами для очистки воздуха от крупной пыли (более 50 мкм) при небольших начальных ее концентрациях. В них осаждается пыль под действием собственной массы при малой скорости движения воздуха (0,6 м/с) в ламинарном режиме.

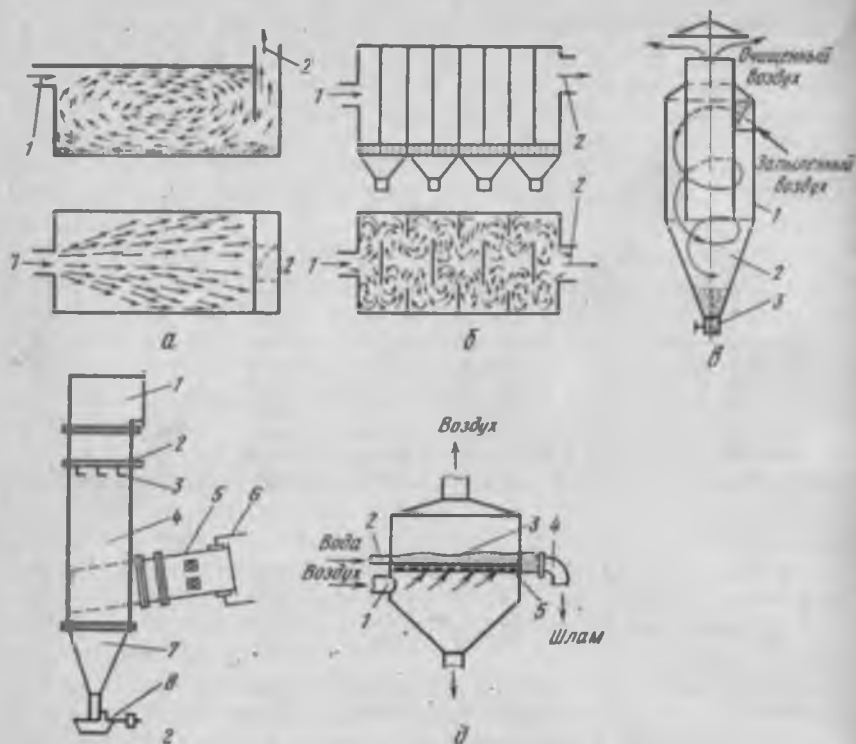


Рис. 60. Устройство для очистки вентиляционных выбросов от пыли:

а — простая осадочная камера; б — лабиринтная камера В. В. Батурина; 1 — запыленный воздух; 2 — обеспыленный воздух; в — циклон: 1 — наружный цилиндр; 2 — конусная часть; 3 — выходная труба; г — скруббер ВТИ с орошаемой решеткой: 1 — выходной патрубок; 2 — гребенка для распыления воды; 3, 6 — форсунки; 4 — цилиндр; 5 — патрубок; 7 — коническая часть скруббера; 8 — клапан; д — пенный пылеуловитель (промыватель): 1 — патрубок для подачи воздуха; 2 — штуцер для подачи воды; 3 — водяная пленка; 4 — трубопровод для отвода шлама; 5 — решетка

Лабиринтные камеры В. В. Батурина являются более эффективными. Их рекомендуют устанавливать для предварительной очистки воздуха.

В циклонах сухого типа пылеотделение основано на центробежной сепарации. Воздушный поток движется по спирали вниз, содержащиеся в нем пылинки как более тяжелые, чем воздух, отбрасываются к стенкам наружного цилиндра. В результате трения пылинок о стенки снижается их скорость, они опускаются в нижнюю конусную часть циклона, откуда их удаляют через пылеотводящий патрубок. Очищенный воздух поднимается по внутреннему цилиндру вверх и выходит в атмосферу. Имеется целый ряд конструктивных разновидностей циклонов сухого типа в зависимости от их назначения.

Циклоны мокрого типа (скрубберы) основаны на использовании инерционных сил при контакте частиц пыли с водой в конце сепарации. Вода, стекая по стенкам, смывает осевшую пыль в коническую часть скруббера и дальше в шламоотстойник. Скрубберы отличаются от циклонов сухого типа такой же производительности значительно меньшим диаметром из-за отсутствия выбросного внутреннего цилиндра.

Пенные пылеуловители (промыватели) задерживают пыль при прохождении струек запыленного воздуха через водяную пленку. Их применяют для очистки воздуха от плохо смачиваемой пыли с начальной загрязненностью его свыше 10 г/м^3 .

Калориферы. Они служат для нагревания воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, а также в системах воздушного отопления и в сушильных установках. Калориферы могут быть смонтированы из чугунных радиаторов (рис. 61, а), из гладких стальных труб, из стальных оребренных пластинами или спиралью трубок (рис. 61, б) диаметром 15 мм. Трубки могут быть овальными, а пластины волнообразными (гофрированными). По радиаторам, трубам и трубкам циркулирует горячая вода или пар и нагревает их, отсюда название калориферов — водяные или паровые. В электрокалориферах в трубки вмонтированы электрические нагреватели. Пластины и спиральные оребрения калориферов выполняют из листовой стали толщиной 0,5 мм. Трубки собирают в блок и помещают в металлический каркас.

Воздух в калориферах нагревается в процессе контакта с внешней нагретой поверхностью трубок и оребрения. Лучшими по теплотехническим показателям сейчас являются калориферы

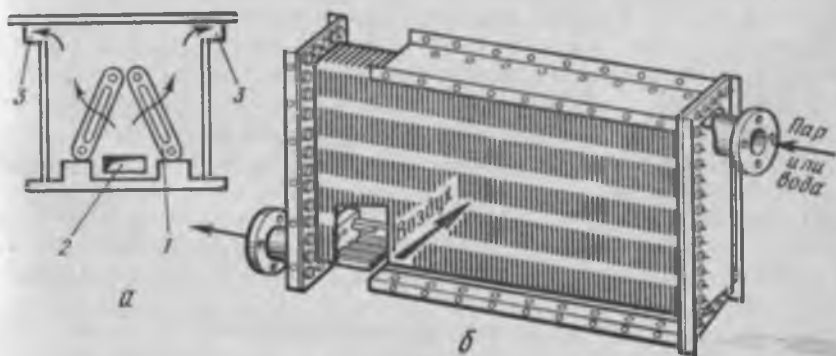


Рис. 61. Калориферы:

а — из чугунных радиаторов: 1 — чугунные радиаторы; 2 — канал, подводящий в калорифер наружный воздух; 3 — каналы приточной вентиляции; б — из стальных оребренных пластинами трубок

8. Основные показатели работы калориферов

№ калорифера	Размеры, мм				Площадь поверхности нагрева, м ²		Диаметр подсоединительных патрубков, мм	Масса, кг	
	А	А ₁	Б	Б ₁	КВС-П	КВБ-П		КВС-П	КВБ-П
1*	450	426	675	578	8,55	11,38	32	43,9	54,6
2*	450	426	800	703	10,62	14,21	32	51,0	66,0
3*	450	426	925	828	12,70	16,86	32	58,2	75,6
4*	450	426	1050	953	14,67	19,48	32	65,2	84,7
5*	450	426	1300	1203	18,81	25,00	32	79,5	103,6
6	575	551	675	578	11,40	15,14	32	56,2	72,7
7	575	551	800	703	14,16	18,81	32	65,6	84,0
8	575	551	925	828	16,92	22,44	32	74,8	96,6
9	575	551	1050	953	19,56	26,00	32	83,8	109,1
10	575	551	1300	1203	25,08	33,34	32	102,2	133,7
11	1575	1051	1860	1703	72,00	95,63	50	262,6	351,0
12	1575	1051	1890	1703	108,00	143,50	70	389,9	518,3

* Изготовление прекращено.

с овальными трубками и насаженными на них пластинами волнообразной формы (одноходовые и многоходовые).

Овальная форма трубок увеличивает поверхность контакта между трубками и пластинами, а диагональные гофры способствуют созданию турбулентного воздушного потока. Вместе взятые, они улучшают теплотехнические показатели калориферов. С этой же целью трубки располагают в шахматном порядке в три-четыре ряда перпендикулярно направлению движения воздуха.

В одноходовых калориферах теплоноситель проходит по всем трубкам только в одном направлении, в многоходовых — по одной части трубок в одном направлении и по другой — в обратном. Теплоносителем в одноходовых калориферах могут служить пар или вода, в многоходовых — только вода. Одноходовыми выпускаются калориферы пластинчатые — КВБ, КЗПП, К4ПП — и спирально-навивные — КФСО и КФБО, многоходовыми — КЗВП и К4ВП.

Промышленностью освоены пока две модели — КВБ-П и КВС-П, остальные будут осваиваться в последующие годы. В табл. 8 приведены характеристики различных моделей калориферов.

Расчет и подбор калориферов выполняют исходя из расхода теплоты, требуемой на нагрев воздуха, и площади поверхности нагрева калорифера. Расход теплоты Q (в кДж/ч) на нагрев воздуха определяют по формуле

$$Q = L\rho c(t_n - t_{\text{в}}),$$

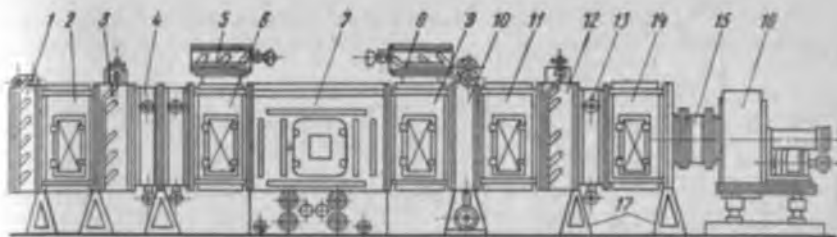


Рис. 62. Примерная схема набора секций и камер центральных кондиционеров: 1 — приемный клапан; 2, 11, 14 — промежуточные камеры; 3, 12 — двойные секционные клапаны; 4, 13 — секции подогрева; 5, 8 — проходные клапаны; 6, 9 — смесительные камеры; 7 — камеры промывания; 10 — масляный самоочищающийся фильтр; 15 — секция, переходная к вентилятору; 16 — вентиляционная установка; 17 — подставка

где L — расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$; ρ — плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; c — удельная массовая теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; t_n — температура воздуха на выходе из калорифера, $^{\circ}\text{C}$; t_m — температура воздуха при входе в калорифер, $^{\circ}\text{C}$.

Площадь поверхности нагрева калорифера F (в м^2) определяют по формуле

$$F = Q / (k \Delta t_{cp} \cdot 3,6),$$

где k — коэффициент теплопередачи поверхности калорифера, зависящий от массовой скорости воздуха в живом сечении калорифера, вида теплоносителя и скорости воды в трубках калорифера, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; Δt_{cp} — средняя разность температур теплоносителя и воздуха; при теплоносителе — вода $\Delta t_{cp} = (t_n + t_o)/2 - (t_m + t_n)/2$, при теплоносителе — пар $\Delta t_{cp} = t_n - (t_m + t_n)/2$; температура насыщенного пара, $^{\circ}\text{C}$; 3,6 — коэффициент перевода Вт в кДж , t_o — температура охлажденной воды, $^{\circ}\text{C}$.

В 1973 году введен в действие ГОСТ 7201—70 на новые стальные пластинчатые калориферы пяти моделей паровых (КП) и пяти моделей водяных (КВ): самая малая — СМ, малая — М, средняя — С, большая — Б, самая большая — СБ. Каждая модель имеет 12 номеров, благодаря чему может быть набрана установка практически любой поверхности нагрева.

Кондиционеры. Это агрегаты, предназначенные для очистки от пыли, тепловлажностной обработки воздуха в системах кондиционирования. Промышленность выпускает типовые секции, из которых можно смонтировать агрегат в соответствии с технологической схемой обработки воздуха и требуемой производительностью кондиционера по воздуху — от 10 до 250 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$.

Типовые секции, составляющие кондиционер, делят на рабочие и вспомогательные (рис. 62). Рабочими секциями являются вентиляторная установка, камеры обработки воздуха (подогрева, охлаждения, фильтрации, увлажнения, секции приемных и проходных клапанов). Вспомогательные секции — камеры обслуживания, ремонта, смешивания потоков воздуха, присоединительные секции.

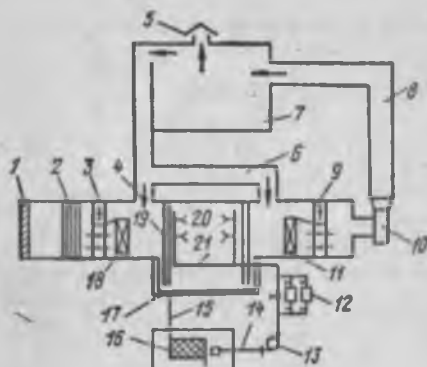


Рис. 63. Схема кондиционирования воздуха с первой и второй рециркуляцией:

1 — жалюзийная решетка; 2 — фильтр (самоочищающийся); 3 — воздушные клапаны; 4 — канал первой рециркуляции; 5 — вытяжная камера; 6 — канал второй рециркуляции; 7 — вентиляруемое помещение; 8 — воздуховод; 9 — воздушные клапаны; 10 — центробежный вентилятор; 11 — калорифер второго подогрева; 12 — сетчатые (бутылочные) фильтры; 13 — центробежный насос; 14 — холодная вода; 15 — труба для отвода воды из поддона; 16 — фильтр для очистки воды; 17 — поддон форсуночной камеры; 18 — калорифер первого подогрева; 19 — сепаратор; 20 — форсунки; 21 — труба к форсункам

Кондиционеры подразделяют по принципу действия на прямоточные, рециркуляционные и комбинированные.

Прямоточные кондиционеры работают только на наружном воздухе, который обрабатывается, подается в помещение и затем полностью удаляется из него.

Рециркуляционные кондиционеры подают обработанный воздух в помещение, а после насыщения его вредностями снова забирают и обрабатывают.

Комбинированные кондиционеры работают на наружном и внутреннем воздухе, т. е. при частичной рециркуляции (рис. 63). Кроме того, различают неавтономные и автономные кондиционеры. Неавтономные кондиционеры не содержат внутри холодильной установки. Они выполнены в горизонтальном исполнении и предназначены для кондиционирования воздуха в промышленных зданиях (табл. 9).

Автономные кондиционеры предназначены для кондиционирования воздуха в отдельных небольших помещениях. В агрегат встроена холодильная машина, конденсатор которой может охлаждаться наружным воздухом или водой, откуда их делят на кондиционеры с воздушным и водяным охлаждением. Наиболее компактными являются кондиционеры с воздушным охлаждением (табл. 10). Их устанавливают в оконном или стеновом проеме (рис. 64). Автономные кондиционеры с холодильной машиной, работающей по схеме теплового насоса, наиболее совершенны. Они позволяют не только охлаждать и нагревать воздух, но и регулировать его относительную влажность.

Воздухораспределители. Это устройства, устанавливаемые в конце участков приточной сети, конструкция которых подбирается в соответствии с массой подаваемого воздуха, уровнем установки относительно рабочей зоны, характером технологического процесса и расположением рабочих мест. При этом важное значение имеют направление движения струи воздуха и скорость ее затухания. По своему назначению воздухораспреде-

9. Технические характеристики неавтономных кондиционеров

Кондиционеры	Производительность, м ³ /ч	Длина, мм	Ширина без вентиляторных агрегатов, мм	Высота, мм	Марка вентиляторного агрегата с клиноременной передачей	Примечание
КТЦ 31,5	31500	7565	2077	2849	ПЧ-76 № 12	Длина кондиционера указана на без включения вентиляторного агрегата
КТЦ 40	40000	7565	2077	3348	ПЧ-76 № 12	
КТЦ 63	63000	7595	3827	2848	ПЧ-76 № 16	
КТЦ 80	80000	7595	3827	3348	ПЧ-76 № 16	
КТЦ 125	125000	8195	3827	4848	ПЧ-76 № 20	
КТЦ 160	160000	12204	3827	5858	ПЧ-10 № 16/2	Длина кондиционера показана с учетом части вентилятора (до оси его вращения)
КТЦ 200	200000	12204	5770	4848	ПЧ-100 № 16/2	
КТЦ 250	250000	12204	5848	5848	ПЧ-100 № 20/2	

Примечания. 1. В индексах кондиционеров КТЦ 31,6, 40, 63, 80, 125, 160, 200, 250 цифры обозначают их производительность (тыс. м³/ч), а начальные буквы — серию.
2. При размещении кондиционера с одной его стороны по длине следует иметь свободное пространство не менее ширины кондиционера, с другой — не менее 1,5–2 м.

10. Технические характеристики автономных кондиционеров с воздушным охлаждением

Кондиционеры	Производительность по воздуху, м ³ /ч	Холодопроизводительность, Вт	Потребляемая мощность, кВт	Масса, кг	Габаритные размеры, мм		
					ширина	высота	глубина
БК-1500	420	1745	2	51	600	400	585
БК-2500	620	2900	1,6	63	650	460	617
«Азербайджан-4М»	450	1860	1	70	675	410	420
«Азербайджан-5»	450	2560	1,2	69	675	420	430

лители можно разделить на две основные группы: для общеобменной вентиляции и для местной вентиляции. Воздухораспределители каждой из этих групп делят на устройства для подачи воздуха в помещение и для вытяжки воздуха из него.

При общеобменной вентиляции в помещениях с высокой влажностью сосредоточенную подачу сухого теплого воздуха в верхнюю зону помещения и одновременное удаление насыщенного влагой воздуха целесообразно осуществлять с помощью комбинированного воздухораспределителя приточно-вытяжного типа ВК (рис. 65, а). Он сочетает в себе приточное и вытяжное устройство (серия ОВ-02-137, выпуск V). Обогрев теплым при-

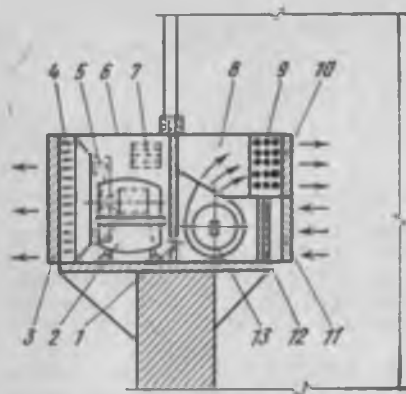


Рис. 64. Автономный кондиционер с воздушным охлаждением конденсатора:

1 — отверстие для подачи наружного воздуха к приточному вентилятору; 2 — герметичный компрессор; 3 — жалюзи; 4 — конденсатор; 5 — вентилятор для обдувания конденсатора наружным воздухом; 6 — наружный отсек, сообщающийся с атмосферным воздухом; 7 — жалюзи для заборa наружного воздуха; 8 — внутренний отсек, сообщающийся с воздухом помещения; 9 — испаритель холодильной машины; 10 — декоративная приточная решетка; 11 — декоративная рециркуляционная решетка; 12 — фильтр; 13 — приточный вентилятор

точным воздухом ($30\text{--}35^\circ\text{C}$) вытяжного патрубка устраняет возможность конденсации водяного пара в нем и в вытяжном воздухопроводе. Отражатель способствует образованию веерной струи приточного воздуха и направляет ее на поверхность потолка. При этом струя теплого и сухого воздуха «налипает» на поверхность потолка, нагревает и подсушивает ее, предотвращая тем самым конденсацию на ней водяного пара из воздуха помещения.

Примерно такое же значение имеют воздухораспределители двухструйные, шестидиффузорные ВДШг серии 4.904-20 диаметром от 250 до 800 мм. Их устанавливают в перекрытиях и подшивных потолках для подачи приточного воздуха в верхнюю зону. Направляющая решетка и диафрагма обеспечивают равномерную подачу воздуха.

Центробежные воздухораспределители ВЦ (серия 4-904-52) эффективны при избыточных тепловыделениях, когда важно подать в рабочую зону охлажденный воздух (рис. 65, б).

Различные душирующие патрубки ПД (рис. 65, в, г, д) диаметром от 315 до 500 мм (шести типоразмеров) применяют для распределения воздуха в рабочей зоне в непосредственной близости от постоянных рабочих мест. Наличие поворотных лопаток в направляющей решетке и шарнирного соединения патрубка с воздухопроводом позволяет подавать поток воздуха в нужном направлении.

Разработаны и освоены промышленностью новые конструкции вращающихся (ВВ) и закручивающих (ВЗ) воздухораспределителей, позволяющих подавать воздух в помещение быстрозатухающей закрученной струей со значительной разностью температур между подаваемым воздухом и воздухом помещения. Это позволяет сократить расход воздуха, количество приточных устройств, а также расход теплоты на подогрев приточного воздуха и электроэнергию на его подачу.

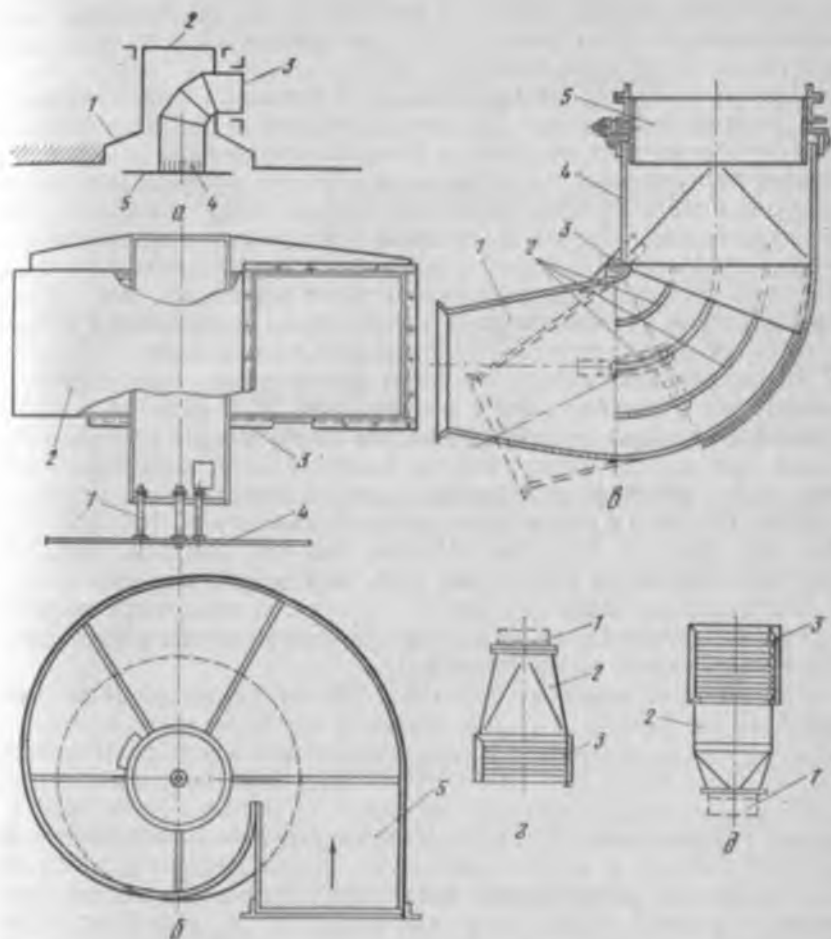


Рис. 65. Воздухораспределители:

а — комбинированный потолочного типа: 1 — диффузор; 2 — присоединительный патрубок к приточному воздуховоду; 3 — присоединительный патрубок к вытяжному воздуховоду; 4 — вытяжная решетка; 5 — отражатель; 6 — воздухораспределитель ВЦ: 1 — винт регулировочный; 2 — корпус; 3 — выходной патрубок; 4 — диск отражательный; 5 — входной патрубок; 6 — патрубок поворотный душирующего типа ППД: 1 — нижнее звено; 2 — лопатка рассекающая; 3 — шарнир нижнего звена; 4 — среднее звено; 5 — верхнее звено; 6 — патрубки душирующие ПДв и ПДн: 1 — воздуховод; 2 — корпус; 3 — направляющая решетка

Кроме того, на предприятиях мясной и молочной промышленности применяют различные вытяжные насадки и устройства (рис. 66). Важным требованием к их конструкции является обеспечение равномерной скорости всасывания в их приемном сечении. В производственных лабораториях широко используют вытяжные шкафы (рис. 67). Разновидностью вытяжных шкафов

являются вытяжные камеры и витринные отсосы. Местные вентиляционные отсосы, как правило, не присоединяются к вытяжной общеобменной вентиляции.

Воздухопроводы (воздуховоды). Материалы для изготовления воздуховодов делят на металлические и неметаллические. При любом материале должны быть обеспечены гладкость внутренних поверхностей с минимальным сопротивлением движению воздуха и минимальная вибрация стенок воздухопроводов. Неметаллические материалы должны быть малогигроскопичными и влагостойкими. По форме воздухопроводы различают круглые и прямоугольные. Предпочтение отдают круглым, как более экономичным. Прямоугольные воздуховоды допускаются СНиП 2.04.05—86 только при соответствующем обосновании.

Металлические воздухопроводы проектируют, изготавливают и монтируют в соответствии с инструкцией ВСН 353—75 и «Временной нормалью на металлические воздуховоды круглого сечения для систем аспирации» с максимальной индустриализацией работ из унифицированных деталей. Воздуховоды круглого сечения приняты следующих наружных диаметров: 100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800 и 2000 мм.

Воздуховоды прямоугольного сечения принимаются в соответствии с инструкцией ВСН 352—75, как правило, к соотношению сторон сечения не более 2 : 1.

Расчет воздуховодов сводится к определению площади сечения F (м²):

$$F = L / (3600v),$$

где L — расход воздуха на участке, м³/ч; v — допустимая скорость воздуха на участке, м/с.

В системах естественной вентиляции скорость воздуха принимают равной 0,5—1 м/с — в каналах и решетках, 1—1,5 м/с — в приточных и вытяжных шахтах. При этом сумма потерь давления на преодоление трения в местных сопротивлениях не должна превышать величину естественного перепада давлений. В системах с механическим побуждением оптимальная скорость воздуха в воздуховодах находится в пределах 4—12 м/с.

Отдельные участки, из которых состоит любая сеть воздуховодов, характеризуются следующими постоянными величинами: сечением воздуховода, расходом и скоростью движения воздуха. Чем меньше расход воздуха на данном участке, тем меньшую скорость движения воздуха принимают при определении площади сечения воздуховода. Для определения действительной скорости движения воздуха в воздуховоде рассчиты-

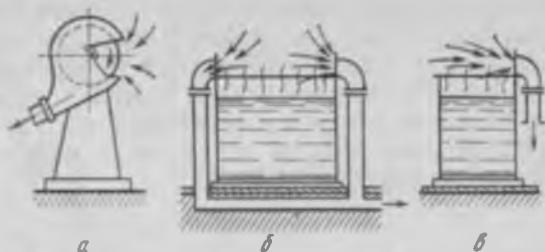


Рис. 66. Вытяжные устройства.

a — кожух-отсос для удаления пыли; *б* — двубортовой отсос от ванны; *в* — одnobортовой отсос

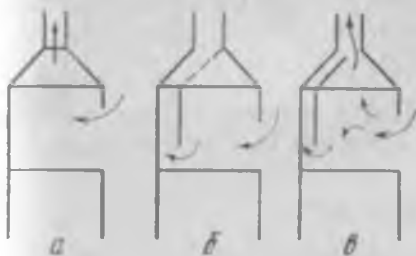


Рис. 67. Схемы устройства вытяжных шкафов:

a — с отсосом воздуха сверху; *б* — с отсосом воздуха снизу; *в* — с отсосом воздуха сверху и снизу

вают диаметр воздуховода d (в мм) в зависимости от формы сечения.

Для воздуховода круглого сечения

$$d = 1130 \sqrt{L/v}. \quad (10)$$

Полученное расчетное значение d округляют до ближайшего стандартного диаметра и определяют действительную скорость воздуха при этом диаметре.

Для воздухопровода, имеющего прямоугольное сечение, определяют эквивалентный диаметр $d_{\text{экв}}$ (в мм). Потери трения на единицу длины будут такие же, как и в воздухопроводе круглого сечения при сохранении той же скорости движения воздуха:

$$d_{\text{экв}} = 2ab/(a+b),$$

где a и b — стороны прямоугольного воздухопровода, мм.

После округления диаметров до стандартных значений определяют потери давления на преодоление сопротивления трению в местных сопротивлениях.

Сопротивление трению, или потери давления на трение, $P_{\text{тр}}$ (в Па) определяют по формуле

$$P_{\text{тр}} = \lambda l / d \rho v^2 / 2,$$

где λ — коэффициент трения для металлических воздухопроводов (0,03); для неметаллических воздухопроводов λ принимают по справочным таблицам; l — длина участка воздухопровода, м; d — диаметр воздухопровода, мм; ρ — плотность воздуха, кг/м³; $\rho v^2 / 2$ — динамическое давление, Па.

Местными сопротивлениями называют фасонные части воздухопроводов и вентиляционные устройства, в которых имеют место потери давления при вихреобразованиях и перераспределении скоростей или изменении направления потока воздуха. Отношение потерь давления в местных сопротивлениях к динамическому давлению в данном сечении воздухопровода называется коэффициентом местного сопротивления ξ :

$$\xi = 2P_{\text{м.с}}/(\rho v^2).$$

Следовательно, потери давления в местных сопротивлениях $P_{\text{м.с}}$ (в Па) можно выразить формулой

$$P_{\text{м.с}} = \sum \xi \rho v^2 / 2,$$

а общие потери давления P (в Па) в простом воздухопроводе определяются как сумма потерь давления во всех его участках:

$$P = \sum_1^n (l\lambda/d + \sum \xi) \rho v^2 / 2,$$

где n — число участков в сети.

Для расчета потерь давления в местных сопротивлениях скорость движения воздуха определяют в сечении участка воздухопровода, прилегающего к местному сопротивлению, поскольку в этом участке воздух движется с большей скоростью. В калориферах, фильтрах и других устройствах вентиляционной системы, через которые проходит воздух, также имеют место потери давления на трение и потери давления в местных сопротивлениях.

Данные расчета касались простых воздухопроводов, т. е. имеющих неразветвленную сеть. Если схема воздухопроводов состоит из нескольких ветвей, то ее называют сложной или разветвленной.

Расчет разветвленной сети воздухопроводов начинают с наиболее протяженной магистрали и присоединенного к ней наиболее удаленного от вентилятора участка.

Наиболее распространенным материалом для изготовления воздухопроводов является листовая сталь: горячекатаная толщиной 0,5—0,9 мм, шириной 600—1500, длиной 1200—5000 мм и холоднокатаная толщиной 0,2—3,9 мм, шириной 600—1500 и длиной 1200—3500 мм.

К неметаллическим материалам для изготовления воздухопроводов и фасонных частей можно отнести винипласт толщиной 3—9 мм с соединением его листов сваркой. Из других синтетических материалов применимы полиэтилен, стеклопластик, стеклоткань и др.

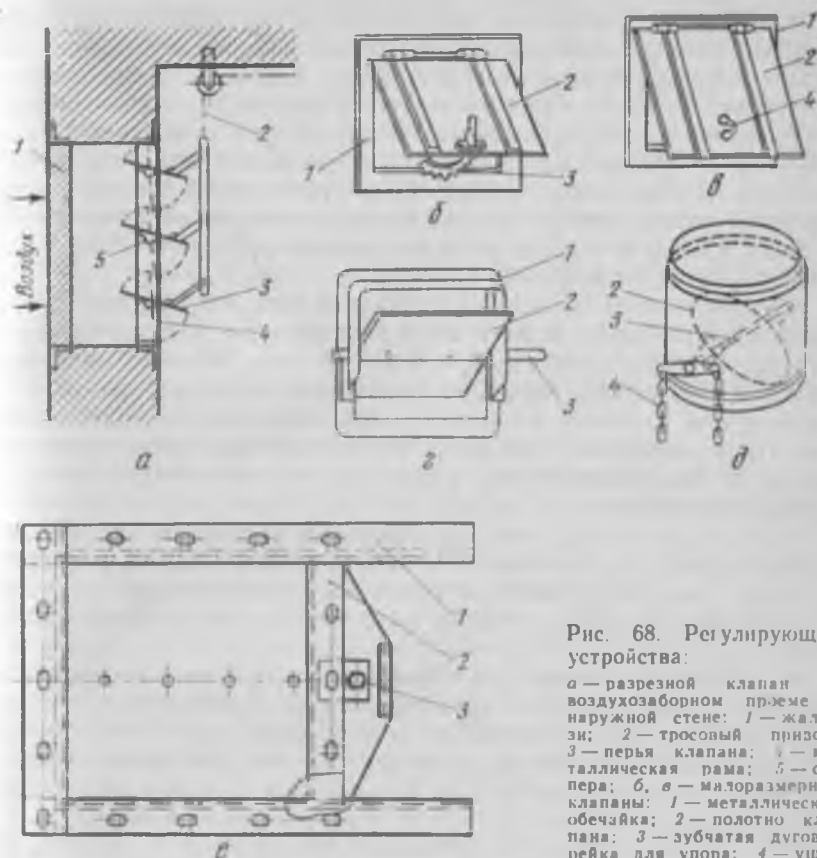


Рис. 68. Регулирующие устройства:

а — разрезной клапан на воздухозаборном приеме в наружной стене: 1 — жалюзи; 2 — тросовый привод; 3 — перья клапана; 4 — металлическая рама; 5 — ось пера; *б, в* — малоразмерные клапаны: 1 — металлическая обечайка; 2 — полотно клапана; 3 — зубчатая дуговая рейка для упора; 4 — ушко для крепления тросового привода; *г, д* — клапаны, размещаемые внутри воздухопроводов (дроссельные клапаны), соответственно прямоугольного и круглого сечений: 1 — металлическая обечайка; 2 — полотно клапана; 3 — ось; 4 — тросовый привод; *е* — шибер: 1 — П-образная рама; 2 — заслонка; 3 — болт для фиксации положения заслонки

Фасонные части. Они служат для осуществления переходов от одного сечения воздухопровода к другому (диффузор и конфузор), изменения направления (колена), разветвления воздухопроводов (тройники, крестовины). При их расчете и изготовлении соблюдается правило, согласно которому площади сечений ответвлений принимают пропорционально массе проходящего по ним воздуха, а сумма площадей поперечных сечений равна площади поперечного сечения основного ствола воздухопровода.

Регулирующие устройства. Эти устройства включают в себя клапаны, шиберы и дроссельные устройства (рис. 68).

Клапаны различают поворотные и перекидные. Поворотные клапаны устанавливают на воздухозаборных и выпускных отверстиях больших сечений и поэтому делают разрезными, состоящими из нескольких поворотных полотнищ и напоминающими подвижные жалюзийные решетки. Это позволяет уменьшить массу отдельного полотнища и его вылет при открывании клапана. В выпускных и приточных отверстиях клапаны должны быть утепленными или иметь дополнительный утепленный затвор. Клапаны внутри воздухопровода вращаются на оси, расположенной в середине полотна.

Перекидные клапаны предназначены для регулирования расхода воздуха, проходящего по воздуховоду, и направления его по линиям воздухопроводов, в разветвлении которых они установлены с расположением оси вращения на одной из граней. Перекидные клапаны выполняют, как правило, прямоугольного или трапециевидного сечения. Малоразмерные клапаны ставят иногда на воздухозаборных и выпускных отверстиях в вентилируемых помещениях.

Шиберы служат для регулирования расхода воздуха в магистральных воздухопроводах и в местах соединения их с ответвлениями. Они представляют собой П-образную раму. В нее вставляют заслонки, требуемое положение которых фиксируется болтом.

К дроссельным устройствам относят диафрагмы, или дроссельные шайбы, представляющие собой металлическое полотно с круглым отверстием в середине, соответствующим расчету. Во время пусконаладочных работ их вставляют между фланцами воздухопровода для постоянного регулирования расхода воздуха.

§ 53. ВЕНТИЛЯТОРЫ И ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Вентилятором называется устройство для перемещения воздуха в системах вентиляции с механическим побуждением при потерях давления в воздухопроводах до 12 000 Па.

Вентиляторы классифицируют по принципу действия и конструктивному решению, по направлению вращения рабочего колеса, создаваемому давлению, составу перемещаемой среды.

По принципу действия и конструктивному решению вентиляторы делят на центробежные (радиальные) и осевые. Особую группу составляют крышные вентиляторы. По направлению вращения рабочего колеса различают вентиляторы правого вращения (колесо вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны всасывания воздуха) и левого вращения (колесо вращается против часовой стрелки). В зависимости от создаваемого давления вентиляторы бывают низкого давления — до

1000 Па, среднего — от 1000 до 3000 и высокого давления — от 3000 до 12 000 Па. По составу перемещаемой среды различают вентиляторы в обычном исполнении (из листовой стали) — для перемещения чистого или малозапыленного воздуха с температурой до 150 °С, в антикоррозийном исполнении (из нержавеющей стали или алюминия) — при наличии в перемещаемом воздухе веществ, разрушающе действующих на обычный металл; в газозрывобезопасном исполнении (искрозащищенные) — корпус и рабочее колесо делают из разнородных металлов, не дающих искр при соударении; пылевые вентиляторы — для перемещения воздуха, содержащего пыли свыше 150 мг/м³.

Вентиляторы выпускают в следующем конструктивном исполнении (рис. 69):

- с непосредственной насадкой колеса (ротора) вентилятора на вал электродвигателя;

- с соединением их с помощью эластичной муфты;

- с клиноременной передачей и постоянным передаточным отношением (отношением частоты вращения электродвигателя к частоте вращения вентилятора);

- с регулируемой бесступенчатой передачей (вариаторы, гидравлические и электрические муфты скольжения).

Центробежные вентиляторы (рис. 70) применяют в крупных системах воздушного отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха с большими сопротивлениями. Промышленность выпускает стальные центробежные вентиляторы Ц4-70, Ц4-76, Ц14-46, ЦП-40, вентиляторы из алюминиевых сплавов Ц4-70, Ц13-50, вентиляторы из разнородных металлов Ц14-46, винипластовые вентиляторы Т4-76.

Осевые вентиляторы (рис. 71) используют в системах вентиляции и воздушного отопления производственных зданий при больших объемах воздуха и малых сопротивлениях систем, а также для установок без всасывающих и нагнетательных воздухопроводов в окнах, стенах и т. д.

Крышные вентиляторы (рис. 72) могут быть осевыми и центробежными. Их устанавливают на кровлях зданий. В том и другом исполнении рабочее колесо вращается в горизонтальном положении на вертикально расположенном валу. В осевых крышных вентиляторах рабочее колесо насажено на вал электродвигателя, в центробежных, кроме непосредственного привода от электродвигателя, применяется и клиноременная передача.

Крышные вентиляторы выпускают следующих типов: центробежные простые КЦ3-90 № 4, 5 и 6; центробежные виброизолированные КЦ4-84-В № 8, 10 и 12; осевые простые с колесом Ц3-04 № 4, 5 и 6, осевые виброизолированные с колесом Ц3-04 № 8-В и 12-В.

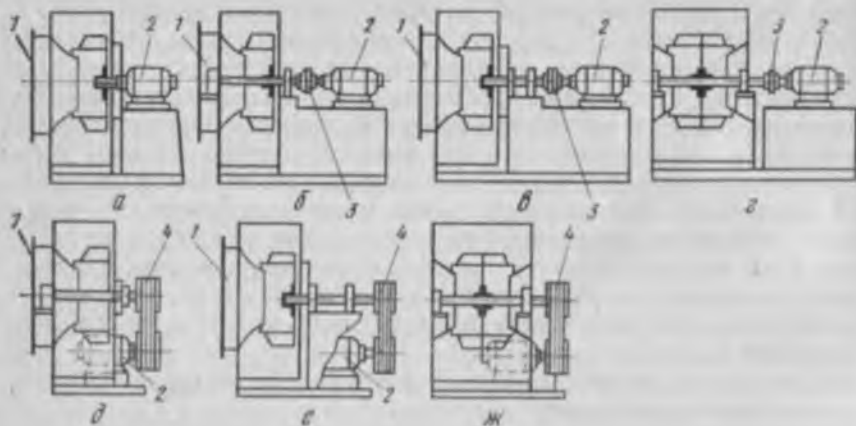


Рис. 69. Конструктивные схемы вентиляторов:

а — на одном валу с электродвигателем; б, в, г — с соединением на эластичной муфте; д, е, ж — с клиноременной передачей и постоянным передаточным отношением; 1 — вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — эластичная муфта; 4 — клиноременная передача

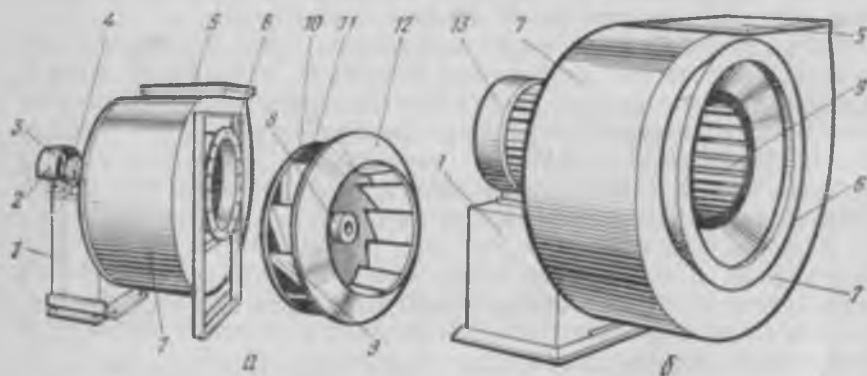


Рис. 70. Центробежные вентиляторы:

а — со шкивом для клиноременной передачи; б — с установкой рабочего колеса непосредственно на валу электродвигателя; 1 — станина; 2 — шкив; 3 — вал; 4 — подшипник; 5 — выпускное отверстие; 6 — входной патрубок; 7 — спиральный кожух; 8 — ступица; 9 — лопасти; 10 — задний диск рабочего колеса; 11 — рабочее колесо; 12 — переднее кольцо рабочего колеса; 13 — электродвигатель

Вентиляторная установка представляет собой агрегат заводского изготовления, состоящий из вентилятора, гидромолы и электродвигателя, смонтированных на одной сварной раме.

Вентиляторные установки являются обязательной составной частью центральных кондиционеров и, кроме того, могут постав-
ляться как самостоятельные агрегаты для комплектования сис-

Рис. 71. Осовый вентилятор ЦЗ-40:

1 — рама; 2 — электродвигатель; 3 — рабочее колесо-крыльчатка; 4 — кожух-обечайка

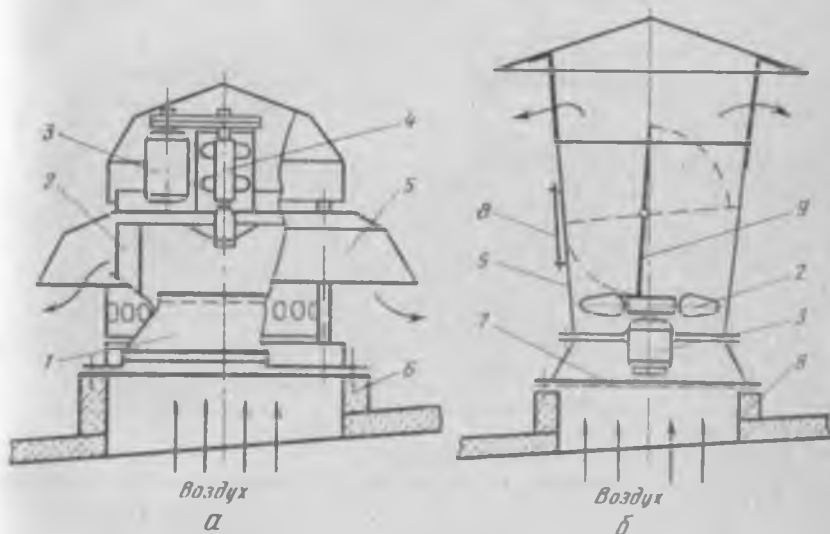
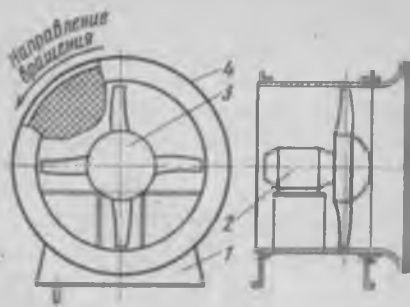


Рис. 72. Схемы крышных вентиляторов:

а — центробежного КЦ-4-84; б — осевого с колесом ЦЗ-04; 1 — входной патрубок; 2 — рабочее колесо; 3 — электродвигатель; 4 — подшипники; 5 — кожух; 6 — железобетонный стакан; 7 — предохранительная решетка; 8 — люк; 9 — самооткрывающийся клапан

тем вентиляции и центрального воздушного отопления. Они бывают правого и левого исполнения, с вентиляторами одностороннего всасывания — производительностью до 120 тыс. м³/ч и двустороннего — 160 тыс. м³/ч и выше, полным напором 600, 800 и 1200 Па.

Вентиляторная установка ВУ-1621 (индекс Кд-16075/2, Кд-16076/2, Кд-16077/2) показана на рис. 73. Все основные узлы установки монтируют на раме. Вентилятор, входящий в состав установки двустороннего всасывания ЦА-100/2 № 16*/2, центро-

* Номер вентилятора соответствует номинальному диаметру рабочего колеса, выраженному в дециметрах.

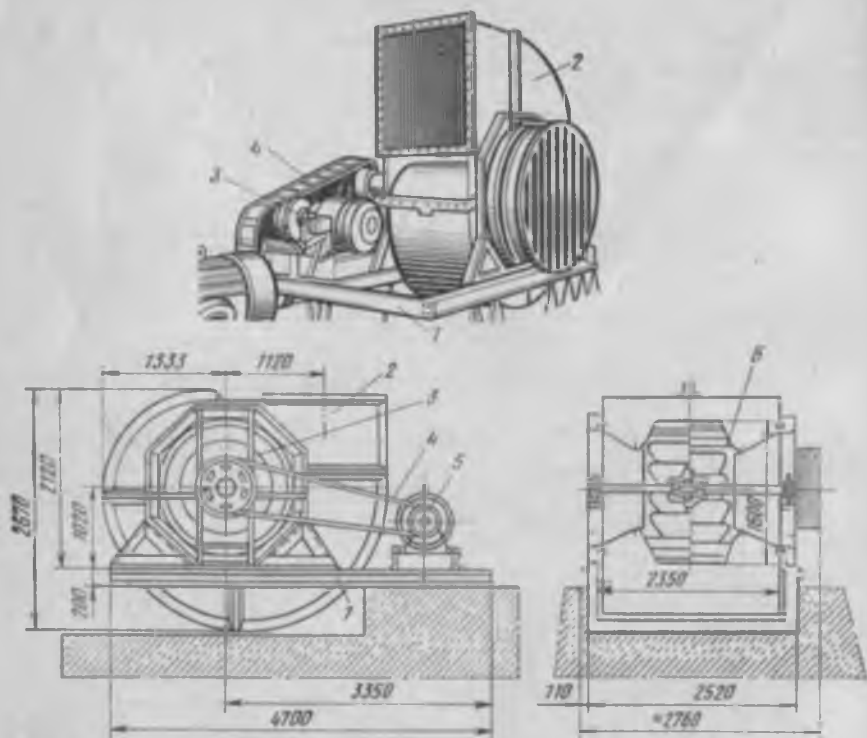


Рис. 73. Вентиляторная установка ВУ-1621:

1 — сварная рама; 2 — вентилятор; 3 — гидромуфта; 4 — клиновые ремни; 5 — электродвигатель; 6 — узел вала

бежный. Гидромуфта ГУ-40А служит для регулирования производительности по воздуху и плавного пуска вентилятора. Установка приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу. Безопасная работа вращающихся частей обеспечивается ограждением и заземлением электродвигателя.

§ 54. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ

В процессе монтажа, испытания, наладки и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха применяют различные приборы контроля и автоматики.

Ручные анемометры (рис. 74, а, б) применяют для измерения скорости движения воздуха (крыльчатые — при скорости от 0,3 до 5 м/с и чашечные — от 1 до 20 м/с). Крыльчатый анемометр ставят таким образом, чтобы его ось была направ-

лена навстречу потоку воздуха. В отличие от него чашечный анемометр устанавливают вертикально.

Термоанемометрами измеряют скорость движения воздуха в пределах 0,1—5 м/с. Их работа основана на измерении величины охлаждения датчиков в виде полупроводниковых микротермосопротивлений из платиновой или вольфрамовой проволоки.

Психрометрами Августа и Ассмана (рис. 74, в, г) определяют относительную влажность воздуха. Наиболее совершенным из них является второй. Он состоит из двух термомет-

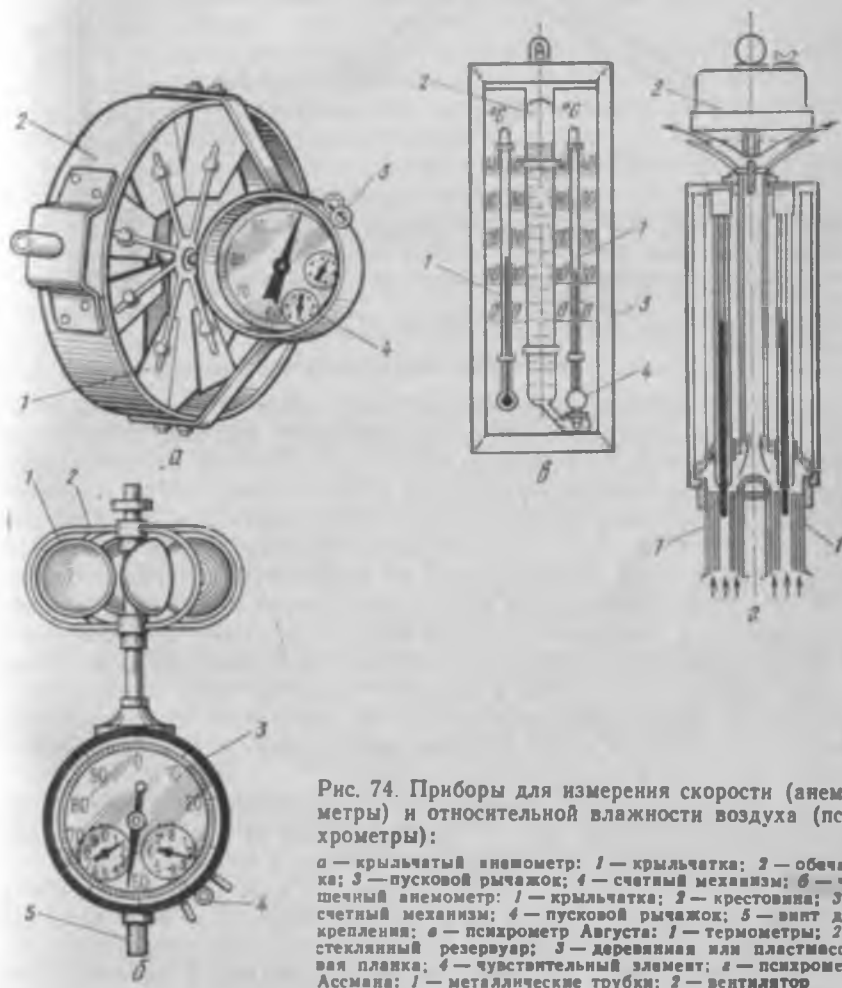


Рис. 74. Приборы для измерения скорости (анемометры) и относительной влажности воздуха (психрометры):

а — крыльчатый анемометр: 1 — крыльчатка; 2 — обечайка; 3 — пусковой рычажок; 4 — счетный механизм; б — чашечный анемометр: 1 — крыльчатка; 2 — крестовина; 3 — счетный механизм; 4 — пусковой рычажок; 5 — винт для крепления; в — психрометр Августа: 1 — термометры; 2 — стеклянный резервуар; 3 — деревянная или пластмассовая планка; 4 — чувствительный элемент; г — психрометр Ассмана: 1 — металлические трубки; 2 — вентилятор

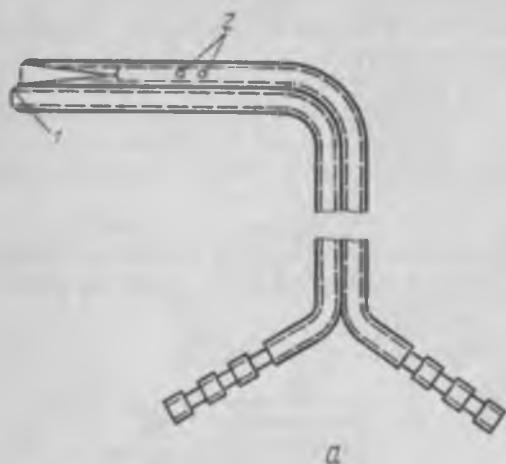


Рис. 75. Приборы для измерения статического и динамического давления воздуха:

а — пневмометрическая трубка: *1* — отверстие, воспринимающее динамическое давление; *2* — отверстия, воспринимающие статическое давление; *б* — U-образный манометр; *h* — разность уровней менисков рабочей жидкости, соответствующая давлению в точке измерения

ров, чувствительные элементы которых заключены в металлические трубки, служащие для создания вокруг них воздушного потока с постоянной скоростью 2,5—3 м/с. Воздух перемещается вентилятором, вмонтированным в корпус психрометра и приводимым в движение пружиной или электродвигателем. Для защиты от теплообмена путем излучения трубки покрыты никелем. Чувствительный элемент одного из термометров обернут батистом, который смачивается дистиллированной водой перед началом каждого измерения, его называют мокрым термометром, второй термометр — сухим. Психметрическая разность (разность показаний сухого и мокрого термометров) позволяет с помощью психметрических таблиц, прилагаемых к прибору, определить относительную влажность воздуха. Она тем ниже, чем больше психметрическая разность.

Чашечными микроманометрами и U-образным манометром с присоединением к ним пневмометрических трубок (рис. 75) измеряют давление воздуха (статическое и динамическое).

Пневмометрическую трубку ставят отверстием *1* навстречу потоку воздуха и трехходовым краном соединяют ее с трубкой манометра. Разность уровней менисков рабочей жидкости в измерительной трубке покажет на шкале давлений значение, со-

ответствующее измеряемому давлению воздуха. Соединив трехходовым краном манометр с другим шлангом, соединенным с отверстиями 2 пневмометрической трубки, можно получить разность уровней менисков рабочей жидкости на шкале, соответствующую статическому давлению воздуха в той же точке.

Техническими и лабораторными переносными термометрами с рабочей жидкостью (ртутью или спиртом) измеряют температуру воздуха.

Для поддержания параметров воздуха в помещении на заданном уровне без постоянного участия человека предназначена система автоматического регулирования (САР). Автоматические регуляторы, выполняющие эти функции, состоят из следующих основных элементов:

- датчика, воспринимающего отклонение параметра от заданного уровня и преобразующего его в определенный сигнал;

- усилителя, воспринимающего и усиливающего сигнал датчика в командный для исполнительного органа;

- исполнительного органа, преобразующего командный сигнал в воздействующий на регулирующий орган;

- регулирующего органа, преобразующего воздействующий на него сигнал в виде прямолинейного возвратно-поступательного движения штока в непосредственное воздействие на регулируемый объект.

§ 55. ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Вентиляционное оборудование подбирают с помощью соответствующих номограмм, таблиц и каталогов. Вентиляторы подбирают после гидравлического расчета воздуховодов, определения сопротивления калориферов и фильтров. При этом пользуются аэродинамическими характеристиками, составленными для каждого номера и типа вентилятора, в которых графически выражена зависимость между его производительностью по воздуху, давлением и числом оборотов рабочего колеса.

На основе индивидуальных графиков каждого вентилятора можно построить общий график, охватывающий все номера вентиляторов данного типа, который при одинаковых производительности и давлении имеет больший коэффициент полезного действия. Подбор вентиляторов по таблицам затрудняет такой выбор, и поэтому ими пользуются очень редко. Значение коэффициента полезного действия (КПД) вентиляторов при рабочем режиме должно быть не менее 0,85. Кроме КПД, учитывают условие бесшумности работы вентилятора, зависящее от назначения здания. Например, для вспомогательных зданий и помещений по этому условию окружающая скорость рабочего колеса центробежного вентилятора не должна превышать 25 м/с, а для

заводских клубов — 17 м/с, при осевых вентиляторах соответственно не более 35 и 25 м/с. Для уменьшения шума вентиляторы присоединяют к воздуховодам посредством эластичных вставок и устанавливают на звукопоглощающие основания.

Число оборотов рабочего колеса вентилятора следует подбирать также с учетом способа его привода от электродвигателя. При непосредственном приводе частота вращения колеса соответствует частоте вращения электродвигателя. При отсутствии непосредственного привода при помощи шкивов и ремней можно получить любое заданное число оборотов рабочего колеса. Вентиляторы комплектуют с электродвигателями в агрегаты, соответствующие оптимальным технико-экономическим показателям. При этом используют электродвигатели следующих серий: А2 — защищенного исполнения с чугуновой станиной и щитами; АО2 — защищенного обдуваемого исполнения с чугуновой станиной и щитами, АОЛ2 — защищенного исполнения с алюминиевой станиной и щитами. Частота вращения этих двигателей от 730 до 2850 мин⁻¹.

Для подбора вентилятора необходимо знать мощность на валу электродвигателя N (в кВт) с учетом потерь в передаче:

$$N = L \cdot P / (3600 \eta_n \cdot \eta_p),$$

где η_n — КПД вентилятора (по его характеристике); η_p — КПД передачи (при клиноременной передаче $\eta_p = 0,96$, непосредственной — $\eta_p = 1$).

Установочную мощность электродвигателя определяют умножением его мощности на валу на коэффициент запаса K_z , изменяющийся от 1,5 при мощности двигателя 0,5 кВт до 1,05 при 5 кВт и более: $N_z = N \cdot K_z$.

При клиноременной передаче устанавливают ограждение из металлической сетки, натянутой на стальной каркас.

§ 56. ВЫБОР СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Выбор системы вентиляции производственного или вспомогательного здания и помещения зависит от назначения, этажности здания, технологического процесса, массы и характера выделяющихся вредностей.

По характеру и массе выделяющихся вредностей все помещения предприятий мясной и молочной промышленности подразделяются на три основные группы: первая группа — вредные вещества в виде пыли, вторая — избыток теплоты и влаги, третья — избыток влаги при сравнительно низкой температуре воздуха помещения. Например, для первой группы помещений технически и экономически целесообразной является вытяжка

местными отсосами через фильтры для улавливания вредностей у места их образования. Экономическая целесообразность вытяжки через фильтры для улавливания пыли заключается в использовании уловленной пыли для производственных нужд. Системы с улавливанием пыли предусматривают в помещении приготовления кормов в зоне предубойного содержания скота, в помещении дробления, размола и просеивания мясо-костной и кормовой муки, а также в цехах по производству пельменей, в мясо-жировом производстве и в помещении навешивания птицы на конвейер на предприятиях переработки птицы. В зимнее время предусматривают системы приточной вентиляции с механической порционной подачей воздуха в верхнюю зону помещения. В летнее время осуществляется интенсивный приток воздуха через фрамуги.

Вторая группа помещений — цехи (отделения) санитарной бойни, убоя скота и разделки туш, субпродуктовые, цехи переработки птицы, обработки пера (мойки, дезинфекции, сушки). Для этой группы технически целесообразным является применение местных отсосов с дополнением механической общеобменной вытяжки из верхней зоны помещения. В зимний и переходный периоды года целесообразной является механическая сосредоточенная подача приточного воздуха в верхнюю зону с частичной подачей его в рабочую зону, в теплый период целесообразна естественная приточная вентиляция.

В помещениях третьей группы нельзя открывать фрамуги для естественного притока воздуха в теплый период и в то же время нельзя допускать конденсации влаги на потолке. К этой группе относятся следующие цехи (отделения): сырьевые, шприцовочные, фасованного мяса, полуфабрикатов, заквасочные, сырково-творожные и сыродельные, обработки сыра, соляные и прессовые, производства детских молочных продуктов и др. Их объединяет необходимость механической сосредоточенной подачи воздуха в верхнюю зону в течение всего года с некоторым охлаждением его летом. Общеобменная вытяжка из верхней зоны в некоторых из них дополняется местными отсосами.

Аналогично с учетом экономической целесообразности выбирают способы и системы вентиляции для других групп производственных помещений.

§ 57. МОНТАЖ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Требования к монтажу систем вентиляции в основном сводятся к тому, чтобы были обеспечены проектные параметры воздушной среды в вентилируемых помещениях. Это получают

максимальной герметизацией систем воздухопроводов и оборудования, необходимой звукоизолирующей, надлежащими условиями для эксплуатации, ремонта и замены оборудования.

Сокращения сроков выполнения монтажно-сборочных работ при их высоком качестве достигают при высокой индустриализации работ, заключающейся в использовании стандартных секций вентиляционных камер, блоков и узлов воздухопроводов (звеньев воздухопроводов, шиберов, дросселей-клапанов, креплений, подвесок, скоб, кронштейнов, фланцев) заводского изготовления или выполненных в мастерских с соответствующим механическим оборудованием. На месте, как правило, только собирают изготовленные детали, применяя механизмы для перемещения заготовок и вентиляционного оборудования.

По окончании монтажа проводят пусконаладочные работы в соответствии с Временной инструкцией по пуску, наладке и эксплуатации вентиляционных установок на промышленных предприятиях. Предварительно проверяют соответствие состава вентиляционного оборудования, размеров и расположения вентиляционной сети, регулирующих устройств чертежам. Если во время монтажа по каким-либо причинам были сделаны изменения, их вносят в исполнительные рабочие чертежи.

Смонтированную систему испытывают и регулируют с помощью приборов контроля и автоматики. Проверяют фактический расход приточного и вытяжного воздуха через каждую вентиляционную решетку или местный отсос. Затем сравнивают фактическое значение их с проектным и при необходимости регулируют соответствующими устройствами.

Суммарную производительность отдельных участков системы сравнивают с общей производительностью вентилятора. Разница между значениями не должна превышать 5—10%, она показывает степень герметичности системы. Особенно тщательно герметизируют стыки вентилятора с системой воздухопроводов и оборудования, поскольку здесь наблюдаются наибольший перепад давлений внутри и вне воздухопроводов и соответственно наибольшие утечки и подсосы воздуха. Проверяют также полное давление, создаваемое вентилятором, а также давление и скорость воздуха в воздухопроводах. При отклонениях действительных значений давления и скорости от проектных проверяют частоту вращения вентилятора и двигателя тахометром, при необходимости изменяя ее заменой шкивов или электродвигателей. Проверяют балансировку колес вентиляторов, которая должна обеспечить плавную и бесшумную работу вентиляторов в системе. При наличии дебаланса производят дополнительную балансировку.

Для проверки производительности калориферов измеряют температуру воздуха до и после калориферов. Используя тем-

пературу и расход воздуха через калориферы, определяют их тепловую мощность. Одновременно измеряют температуру воды, поступающей и выходящей из калориферов, и ее массу, при теплоносителе — пар измеряют его давление. Разность между количеством теплоты, отдаваемой теплоносителем и получаемой воздухом, может составлять не более 5—10%.

§ 38. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Во время эксплуатации необходимо обеспечить постоянную эффективность и долговечность работы систем, своевременный и качественный ремонт с последующей наладкой при минимальных затратах материалов и труда.

На каждую вентиляционную систему, принятую в эксплуатацию, заводят паспорт и журнал эксплуатации. В паспорте отражают все сведения о системе и проведенных планово-предупредительных и капитальных ремонтах и прилагают к нему светокопии рабочих чертежей системы с внесенными в них изменениями в процессе монтажа, а также перечень условий эксплуатации всей системы в целом и отдельных ее элементов. Паспорт составляют в двух экземплярах. Один хранится в техническом архиве предприятия, второй — в службе технического надзора за эксплуатацией вентиляционных систем.

Журнал эксплуатации является основным документом, характеризующим состояние системы. В него вносят все сведения о техническом состоянии системы на данный момент времени, о выполнении работ по обслуживанию и текущему ремонту с указанием срока, вида и места работ. Журнал ведется ответственным за эксплуатацию вентиляционной системы и хранится у главного инженера предприятия.

Состав и численность работников службы эксплуатации вентиляционных систем зависят от мощности предприятия, сложности систем вентиляции и определяются штатным расписанием. Ответственный за эксплуатацию систем составляет графики ежедневных и периодических осмотров систем, очистки воздухопроводов, фильтров, калориферов, оросительных камер от осевших на них пыли и грязи, проверки креплений и герметичности оборудования и воздухопроводов, осмотра и смазки подшипников, а главный инженер утверждает их.

На крупных предприятиях назначается штатный инженер, который составляет план проведения предупредительного и капитального ремонтов систем и руководит их выполнением, он же отвечает за эксплуатацию систем. Текущий ремонт не планируется и выполняется сменными слесарями и электромонтерами на основе результатов осмотров, записываемых в журнал эксплуатации.

Аварийный ремонт проводят в случаях внезапного выхода из строя вентилятора, калорифера, фильтра. Устанавливают причину и виновника аварии, время простоя и характер ремонта записывают в журнал эксплуатации.

При изменении технологического оборудования, как правило, возникает необходимость в реконструкции вентиляционной системы. Ее выполняют на основании технической документации, утвержденной главным инженером, а результаты реконструкции принимаются специальной комиссией с составлением акта приемки-сдачи после технических и гигиенических испытаний системы.

§ 59. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В целях безопасной эксплуатации все вращающиеся части вентиляционных установок должны иметь ограждения, корпуса двигателей заземлены, установлены предохранители от перегрузок. Необходимо наличие графика работы вентиляционных систем при пожаре с автоматическим и ручным отключением тех из них, которые не должны работать.

Противопожарные мероприятия способствуют обеспечению взрывной и пожарной безопасности вентилируемых помещений. Эти мероприятия зависят от категории взрывной и пожарной опасности производства (А и Б — взрывопожароопасные, В, Г и Д — пожароопасные, Е — взрывоопасные). Большинство производств отрасли относят к категориям В, Г и Д. Исключение составляют экстракционные отделения клеевого производства, отделения приготовления лаков и эмалей, отделения по производству органолептических препаратов, относящиеся к категории А. Отделения полировочные и гранулирования клея, помещения для работы с эфиром, литографические цехи (отделения литографической жести, склады лаков и красок, отделения окраски оборудования), склады хранения горюче-смазочных материалов, машинные и аппаратные залы аммиачных компрессорных станций — помещения категории Б. Зарядные отделения электропозутиков — категория Е.

Для помещений с производством категорий Г и Д, расположенных между противопожарными стенами, рекомендуется проектировать общие системы вентиляции. Если же в помещениях с производствами категорий В, Г и Д имеются зоны с производствами категорий А, Б или Е, то общеобменная система вентиляции в этих зонах должна быть отдельной от общей системы.

Если помещения с производствами категорий А, В и Е с выделением вредных газов и паров повышенной опасности

(1—3 классов) граничат с другими производственными вспомогательными помещениями, то производительность систем приточной вентиляции с механическим побуждением для помещений категорий А, Б и Е предусматривают на 5% меньше производительности систем вытяжной вентиляции тех же помещений. Это делается в целях предотвращения перехода вредных газов в соседние помещения.

§ 60. ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Снижение затрат на эксплуатацию систем отопления проводится по трем направлениям: снижение расчетных и избыточных потерь теплоты; снижение потерь теплоты с отходящими газами и в окружающую среду; уменьшение численности персонала, обслуживающего системы теплоснабжения.

Первое направление сводится к тому, что при проектировании находят, а при строительстве осуществляют экономически целесообразное сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций (СНиП II—3—79). При этом дополнительные затраты на увеличение сопротивления теплопередаче конструкций окупаются за 3,5—4 года за счет снижения расхода топлива.

Второе направление сводится к утилизации теплоты уходящих дымовых газов. С этой целью за котлами устанавливают экономайзеры. Преимущество имеют двухконтурные контактные экономайзеры (рис. 76), они менее материалоемки и требуют небольшую площадь для их установки. Конечная температура продуктов сгорания становится меньше на 25—30°C, соответственно этому уменьшаются потери теплоты с отходящими газами. Такие экономайзеры используют не только теплоту продуктов сгорания, но и скрытую теплоту парообразования этих продуктов.

Наличие двух контуров в экономайзере позволяет исключить наличие в используемой воде оксидов азота и углерода, а также канцерогенных примесей, могущих быть в продуктах сгорания газа.

Нагретая в первом контуре экономайзера вода поступает во второй контур, где в поверхностном теплообменнике нагревает воду, расходуемую в системе горячего водоснабжения.

Разновидностью экономайзеров являются контактные теплообменные аппараты с активной насадкой в системах теплоснабжения, так называемые КТАНЫ-утилизаторы (рис. 77), которые позволяют использовать теплоту дымовых газов с температурой 250—400°C. Одновременно КТАН-утилизатор является аппаратом для мокрой очистки дымовых газов.

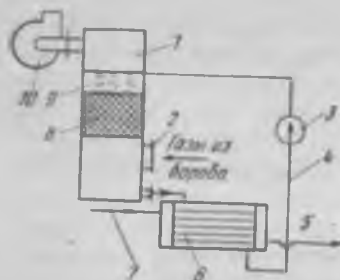
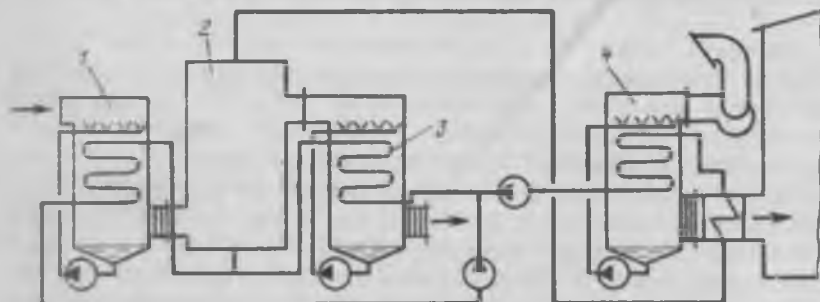


Рис. 76. Двухконтурный экономайзер:

1 — экономайзер; 2 — подающий газопровод; 3 — насос; 4 — трубопровод подаваемой воды; 5 — трубопровод нагретой воды; 6 — теплообменник; 7 — водопровод; 8 — насадка; 9 — трубчатая спираль водораспределитель; 10 — вентилятор

Рис. 77. Принципиальная схема установки КТАНов:

1 — КТАН-подогреватель дутьевого воздуха; 2 — котлоагрегат; 3 — КТАН-утилизатор; 4 — КТАН-подогреватель в системе вентиляции или кондиционирования



КТАНЫ-утилизаторы могут быть использованы в следующих случаях:

для подогрева подпиточной (исходной и химически очищенной) воды парового контура и тепловой сети;

для подогрева воды в системе централизованного горячего водоснабжения;

для подогрева обратной сетевой воды, дополнительно охлажденной до 20—40°C в системах вентиляции и кондиционирования;

для подогрева воды в системе подогрева и увлажнения дутьевого воздуха котлов.

В Латвии разработан ряд типоразмеров КТАНов-утилизаторов для котлов производительностью 0,2—100 Гкал/ч, работающих на газе. Экономический эффект от внедрения установки КТАНа выражается экономией топлива, которая в среднем составляет 8—10%. Срок окупаемости в пределах от нескольких месяцев до года.

Третье направление — уменьшение численности персонала, обслуживающего системы теплоснабжения — достигается в первую очередь путем укрупнения котельных и их диспетчеризации. Чем крупнее котельная, тем меньше персонала приходится на единицу ее тепловой мощности.

Экономичность существующих групповых котельных повышают путем диспетчеризации их работы. Присоединенные к

диспетчерскому пункту котельные работают без постоянного обслуживающего персонала. Устранение возникающих неполадок производится дежурным слесарем по указанию диспетчера.

Кроме уменьшения численности обслуживающего персонала, наличие в котельной приборов автоматического регулирования дает возможность экономии расхода топлива (примерно 7% от расчетного) по сравнению с регулированием процесса горения вручную.

Капитальные вложения, необходимые для диспетчеризации тепловых узлов, окупаются за счет уменьшения персонала обслуживания и расхода теплоты в два-три года.

Установлено, что диспетчеризация экономически эффективна при шести—восьми групповых котельных. Для котельных, работающих на твердом топливе, снижение количества обслуживающего персонала возможно путем комплексной механизации котлов, включающей механизацию подачи топлива, удаления шлака и сжигания топлива. Затраты на комплексную механизацию в котельных с пятью котлами окупаются за 4—7 лет.

Увеличение мощности котельной повышает ее КПД (коэффициент полезного действия) за счет того, что более мощные котлы имеют больший КПД.

В процессе эксплуатации самих котельных нужно соблюдать определенные правила, исключающие потери теплоты:

не допускать повышенной тяги в дымовой трубе, которая приводит к прохождению через толку избыточного количества воздуха, приводящего к перерасходу топлива. С этой целью при наличии дутьевых вентиляторов применяют схему автоматического управления ими с помощью погружаемого в котел термореле, настроенного на желаемую температуру воды в котел;

довести до минимума потери теплоты в окружающую среду путем: тщательной изоляции всех металлических поверхностей нагрева, включая корпуса задвижек и фланцевых соединений; устройства отражателей у топочных дверей; совместной работы систем отопления и горячего водоснабжения, что уменьшает число и поверхность устанавливаемых котлов, за счет этого снижаются потери теплоты через их изоляцию; устранения причин увлажнения изоляции сетей трубопроводов; доведения толщины изоляции трубопроводов до экономически целесообразной в соответствии с указаниями СНиП II—3—79 «Строительная теплотехника»;

разработать и осуществлять оптимальный эксплуатационный график установленных котлов в течение оптимального периода работы; при любой нагрузке на котельную КПД каждого котла должен быть близок к максимальному значению, возможному при принятом топливе.

С этой целью строят графики зависимости КПД данного котла от его теплопроизводительности. На основе этой зависимости определяют целесообразные интервалы работы каждого котла из расположенных в данной котельной. Наличие таких графиков в каждой котельной позволяет сэкономить значительное количество теплоты без каких-либо дополнительных затрат.

Значительная экономия топлива достигается при наличии котлов, специализированных для сжигания топлива одного только вида — твердого или газообразного. Создание надлежащих условий для хранения топлива исключает потерю теплоты.

В прачечных и банях предприятий мясной и молочной промышленности, потребляющих пар, во избежание потерь теплоты необходимо тщательно следить за исправностью работы конденсатоотводчиков; их неисправность приводит к потерям теплоты, близким к 15% всей расходуемой теплоты.

В системах вентиляции и кондиционирования также используется теплота дымовых газов, получаемая в КТАНе-утилизаторе. Разработан КТАН-воздухоподогреватель, позволяющий охлаждать сетевую воду в системах вентиляции и кондиционирования до 20°C для последующего подогрева ее в КТАНе-утилизаторе. Кроме того, КТАН-воздухоподогреватель осуществляет предварительный подогрев и увлажнение воздуха в системах вентиляции и кондиционирования до 7—10°C. Дальнейший догрев воздуха до необходимой температуры производится в стандартном калорифере.

Челябинский проектно-конструкторский отдел спецтреста «Энергоцветметгазоочистка» разработал теплообменник «воздух — воздух» для утилизации теплоты вытяжного воздуха с целью повторного ее использования для нагревания приточного воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции.

Конструктивно теплообменник состоит из блоков стеклянных трубок, установленных в корпусе с входными и выходными патрубками для вытяжного и приточного воздуха. Горячий воздух движется по стеклянным трубкам, нагреваемый — в межтрубном пространстве (рис. 78).

Преимущество стеклянных утилизаторов в их коррозионной стойкости, невысокой степени загрязнения поверхности, сравнительно легкой очищаемости от пыли. Направление потоков греющего и нагреваемого воздуха периодически меняют, что исключает возможность обледенения трубок или покрытия их поверхности инеем. Расчетный экономический эффект от внедрения теплообменника составляет 1,5 тыс. руб. в год.

Имеются и другие теплоутилизационные установки, такие как регенерационная установка с вращающимся барабаном для улавливания теплоты из удаляемого воздуха (рис. 79);

рекуперационный утилизатор с тепловыми трубками, каждая из которых запаяна после заполнения ее хладагентом, испаряющимся при заданной температуре; теплоутилизационная установка с промежуточным теплоносителем и насосом для циркуляции.

Кроме непосредственной утилизации теплоты в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, важное значение в снижении затрат на эксплуатацию имеют мероприятия по точному выполнению проекта и соблюдению правил их эксплуатации:

установка вентилятора и электродвигателя, соответствующих проекту, и периодическая проверка их исправности и чистоты, а также правильности включения электродвигателя в электрическую сеть;

качественный и соответствующий проекту монтаж воздуховодов, а также периодический плановый их осмотр и ремонт; очистка калориферов от пыли не реже одного раза в отопительный сезон;

исправная работа обводного клапана у калорифера, шиберов на магистральных воздуховодах и ответвлениях;

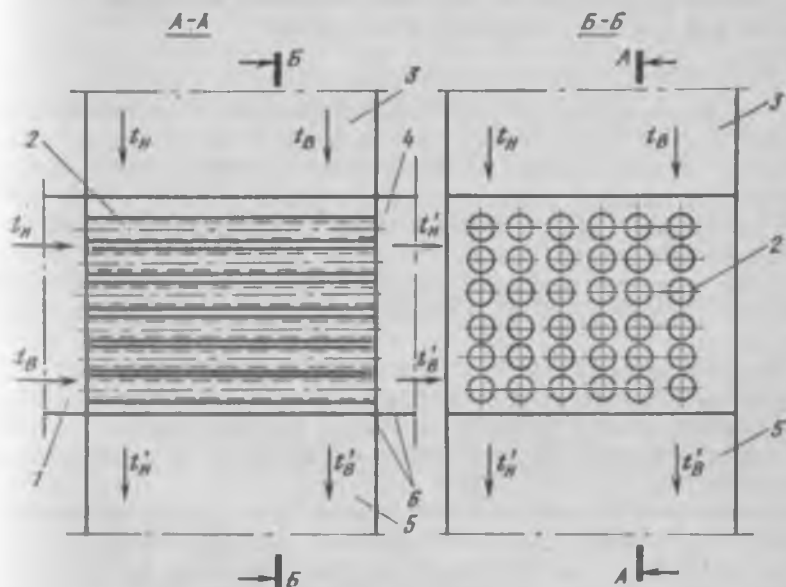


Рис. 78. Схема рекуперационного теплоутилизатора удаляемого воздуха (со стеклянными трубками):

1 и 3 — воздуховоды по которым попеременно подводится наружный и внутренний удаляемый воздух; 2 — стеклянные трубки; 4 и 5 — воздуховоды, по которым попеременно подводится наружный подогретый и удаляемый внутренний охлажденный воздух; 6 — дренажи для удаления конденсата

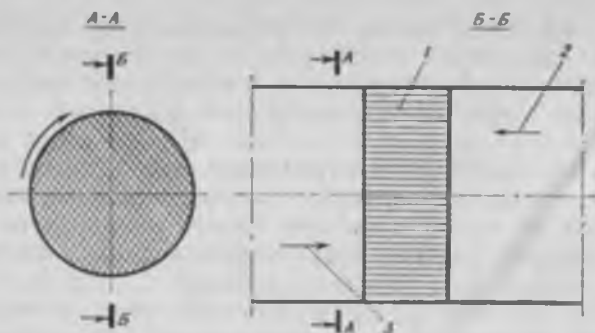


Рис. 79. Схема регенерационной установки с вращательным барабаном для улавливания тепла из удаляемого воздуха:

1 — вращающийся барабан с регулярной насадкой для теплообмена; 2 — наружный воздух; 3 — внутренний воздух

автоматизация регулирования подачи теплоносителя в калорифер в зависимости от температуры воздуха в вентилируемом помещении, позволяющая использовать все тепловыделения.

§ 61. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАСЧЕТА САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Для автоматизированного проектирования санитарно-технических систем (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха) к настоящему времени уже создано значительное количество *пакетов прикладных программ* (ППП) и *комплексных программ* (КП). Разработка их продолжается. Все они предполагают использование Единой серии ЭВМ (ЕС ЭВМ), которые имеются во всех крупных проектных организациях, имеющих службу САПР. Общие сведения о САПР приведены в гл. 1.

Характерными особенностями ЭВМ являются:

универсальность (любую, сколь угодно сложную инженерную задачу можно свести с помощью методов вычислительной математики к последовательности простейших арифметических операций);

автоматизм (машина может решать всю задачу без вмешательства человека). Для этого имеется набор команд, реализующих логические и некоторые другие операции, которые позволяют анализировать в ходе счета результаты и в зависимости от них выбирать дальнейшее направление вычислительного процесса. Человек «контактирует» с ЭВМ только на первом и последнем этапах решения задачи: при задании исходных данных и программы действия и при получении результатов счета.

Поэтому в отличие от расчетов, где человек всегда может вмешаться и внести коррективы в последовательность действия, при использовании ЭВМ требуется предварительный тщательный анализ всего хода решения задачи, чтобы предусмотреть в программе все возможные операции. ЭВМ позволяет вводить в специально закодированном виде цифровую и буквенную информацию, запоминать, хранить и преобразовывать ее по указанной человеком программе и выводить результаты расчетов в виде, понятном человеку.

Таким образом, при использовании ЭВМ необходимо ввести в нее два принципиально разных типа информации: алгоритм решения задачи, т. е. систему формальных правил, описывающих процесс решения задачи, и все исходные данные для ее решения. Эту информацию надо ввести в машину на понятном для нее языке. Существуют различные способы записи алгоритмов, т. е. составления программ для машины: на языке машинных команд и на специальных алгоритмических языках. Языки были созданы для облегчения труда программистов и представляют собой наглядную запись алгоритма в виде совокупности слов естественного языка, обычных математических формул и специальных символов.

Для лучшего понимания возможностей использования ЭВМ рассмотрим кратко их структуру (рис. 80). ЭВМ состоит обычно из следующих основных устройств, связанных между собой и обменивающихся информацией различного типа:

центрального процессора (ЦП), обеспечивающего выполнение машинных команд и управляющего последовательностью их выполнения;

оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), предназначенного для запоминания, хранения и считывания оперативной информации в процессе решения задачи на ЭВМ;

внешних запоминающих устройств (ВЗУ) для долговременного хранения информации;

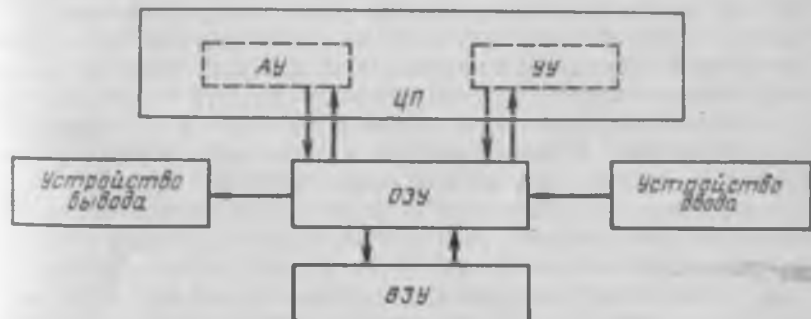


Рис. 80. Типовая структура ЭВМ

устройств ввода и вывода информации.

Опишем кратко функциональное назначение устройств. Центральный процессор состоит из арифметического устройства (АУ) и устройства управления (УУ). Арифметическое устройство выполняет арифметические и логические операции над числами или данными других типов, записанными в виде машинных кодов. Набор команд, которые может выполнить АУ, зависит от типа ЭВМ. Для организации вычислений и запоминания полученных результатов АУ имеет несколько ячеек памяти, называемых регистрами. Их используют для запоминания операндов, над которыми должна выполняться операция, и результатов выполнения операции.

Устройство управления обеспечивает последовательность выполнения команд в программе и управление выполнением каждой отдельной команды. При выполнении программы на ЭВМ УУ выбирает из ОЗУ очередную команду, анализирует ее, подготавливает АУ для выполнения соответствующей операции и пересылает из ОЗУ в регистры АУ числа или коды, над которыми необходимо выполнить операцию. После окончания выполнения операции результат пересылается в ОЗУ, а УУ анализирует признак результата. В зависимости от признака результата УУ либо выбирает и выполняет очередную команду, следующую в программе непосредственно за выполненной, либо переходит к выполнению другой команды, номер которой определяется из анализа выполнения предыдущей команды. Это позволяет реализовать на машине алгоритмы, в которых последовательность действий определяется результатами, полученными на предыдущих этапах. Тем самым обеспечивается автоматизм выполнения на ЭВМ любого алгоритма без вмешательства человека.

ЭВМ имеет два типа запоминающих устройств — оперативное (ОЗУ) и внешнее (ВЗУ). ОЗУ имеет сравнительно небольшой объем памяти (обычно оно может хранить от нескольких десятков тысяч до нескольких сот тысяч чисел или команд) и высокое быстродействие (10^5 — 10^7 считываемых или записываемых чисел в секунду). Напротив, ВЗУ обладает очень большим, практически неограниченным, объемом памяти (десятки или сотни миллионов чисел или кодов) и сравнительно невысоким быстродействием. В качестве ВЗУ в современных ЭВМ служат магнитные ленты и магнитные диски. В ОЗУ хранится часто используемая и текущая информация (работающие части программы, промежуточные результаты, используемые в программе константы и стандартные программы или процедуры). В ВЗУ хранится информация, которая используется в процессе решения задачи редко и постоянное присутствие которой в оперативной памяти не требуется (система математического

обеспечения ЭВМ, большие массивы числовых данных, которые используются в программе, но не помещаются в ОЗУ, программы и данные различных показателей ЭВМ, объединенные в библиотеке разного типа и т. д.).

В большинстве современных ЭВМ ОЗУ организовано следующим образом. Минимальной единицей информации, которую можно хранить и обрабатывать в ЭВМ, является *байт*, состоящий из восьми двоичных разрядов (битов). Каждый байт составляет ячейку памяти и имеет свой постоянный номер, называемый адресом (нумерация начинается от нуля). Однако в большинстве случаев байт — слишком малая единица информации, поэтому в ЭВМ предусмотрена возможность оперировать с информацией, расположенной в нескольких последовательных байтах, причем адресом такой группы байтов считается адрес первого байта.

При указании объема памяти (как оперативной, так и внешней) обычно используется единица измерения *Килобайт* (1К = = 1024 байтов). У ЭВМ серии ЕС ЭВМ объем памяти обычно составляет 128, 256, 512 или 1024 К.

Ввод и вывод информации осуществляется с помощью специальных устройств, считывающих информацию с перфокарт или бумажных перфолент (или переносящих информацию на эти носители). Под словом ввод здесь понимают передачу информации извне ЭВМ с машиночитаемых носителей (например, с перфокарт) в оперативную память ЭВМ. При этом подразумевают, что имеется набор устройств (перфораторов различного типа), на которых заранее можно подготовить такие носители информации (колоду перфокарт, перфорированную бумажную ленту). Под словом вывод понимают передачу информации из оперативной памяти ЭВМ вовне на один из видов носителей информации. Чаще всего для вывода используют алфавитно-цифровое печатающее устройство, с помощью которого можно выдавать результаты, полученные на ЭВМ, в виде, удобном для чтения пользователем ЭВМ.

В последнее время в связи с применением ЭВМ при управлении технологическими процессами в системах поиска информации и в системах машинного проектирования используют другие устройства вывода: графопостроители, позволяющие выдавать результаты решения задачи в виде графиков и чертежей, непосредственно используемых для анализа результатов инженерными и для систем машинного проектирования; дисплеи — устройства, снабженные экраном для отображения символьной и графической информации и клавиатурой для ввода и исправления этой информации в ЭВМ; терминалы специального вида для передачи информации из ЭВМ на большие расстояния и другие устройства подобного типа.

Простейшую схему решения задачи на ЭВМ можно представить следующим образом. Прежде всего программа решения задачи и исходные данные для нее, записанные на специальных бланках, переносятся с помощью перфорационных устройств на машиночитаемые носители информации (перфокарты или бумажные перфоленты). Затем с помощью устройств ввода эти данные вводятся в ОЗУ ЭВМ. Если задача сравнительно небольшая, то вся информация размещается в ОЗУ, в противном случае часть этой информации через ОЗУ засылается во ВЗУ, откуда она будет вызываться в ОЗУ по мере использования ее в ходе решения задачи. После завершения ввода информации ЭВМ начинает последовательно выполнять команды программы. После окончания счета результаты, указанные программистом в программе, выводятся на одно из устройств вывода.

Описанная схема выполнения программы на ЭВМ является весьма упрощенной. Так была организована работа на сравнительно простых вычислительных машинах первого и второго поколений. На этих ЭВМ различные устройства обычно не могли работать одновременно, и поэтому нельзя было приступить к решению следующей задачи до завершения решения предыдущей. Это приводило к неэффективному использованию устройств ЭВМ.

Наиболее характерной особенностью ЭВМ третьего поколения, к которым относится большинство эксплуатируемых сейчас ЭВМ, является возможность их работы в многопрограммном режиме. Это означает, что ЭВМ может одновременно решать несколько задач, расположенных в различных участках оперативной памяти. Для реализации такой возможности структура современных ЭВМ имеет следующие особенности:

любое внешнее устройство ЭВМ (ввод, вывод, устройство записи на магнитные ленты и магнитные диски и чтения с них) может работать одновременно с центральным процессором и в некотором смысле независимо от него;

несколько внешних устройств могут работать одновременно и независимо друг от друга для обслуживания нескольких программ, одновременно находящихся в оперативной памяти ЭВМ;

реализованы аппаратные и программные способы защиты памяти каждой находящейся в ОЗУ программы от воздействия других расположенных там программ;

разработаны аппаратные и программные способы прерывания выполнения программ и его последующего возобновления, а также способы перехода процессора от выполнения одной программы к другой (среди причин, вызывающих прерывание, могут быть ошибки в программе, необходимость выполнения

операций ввода и вывода или обмена с ВЗУ, сбои в системе и т. п.).

Эти машины не только обладают более сложной структурой, чем машины предыдущих поколений, но и требуют для своей работы значительно более сложного математического программного обеспечения.

В СССР к вычислительным машинам третьего поколения прежде всего относятся машины серии «Ряд», выпускаемые странами социалистического содружества (ЕС ЭВМ — единая система ЭВМ стран СЭВ). Это ряд машин, отличающихся друг от друга мощностью (быстродействием, объемом оперативной памяти и числом устройств ввода и вывода), но имеющих общую структуру построения и систему команд и совместимых как по математическому обеспечению, так и по аппаратным устройствам. В принципе программа, составленная для одной из этих ЭВМ, может быть просчитана на любой другой ЭВМ этой серии при условии, что мощность ее достаточна. К машинам третьего поколения могут быть отнесены также ЭВМ «Минск-32» и БЭСМ-6, так как и на них реализован многопрограммный режим работы.

Разработаны программы расчета систем отопления и вентиляции, в том числе с использованием алгоритмического языка БЭИСИК.

Язык БЭИСИК используется в режиме диалога пользователя с ЭВМ для решения задач вычислительного характера с небольшим объемом исходной информации. Программа на этом языке состоит из отдельных строк-операторов. Оператор — это указание машине для выполнения определенного действия. Любой оператор занимает только одну строку. Порядковые номера меток определяют последовательность вычисления по программе.

Программа расчета системы водяного отопления дает возможность определять расход теплоты на отопление зданий, площадь поверхности нагревательных приборов, количество нагревательных приборов и отдельных секций.

Программа расчета системы приточной вентиляции позволяет: подобрать воздушный фильтр и рассчитать его рабочую поверхность; определить геометрические параметры воздухопроводов; подобрать вентилятор.

Применение ЭВМ позволяет производить многовариантные расчеты и получать оптимальные решения для проектирования санитарно-технических систем. Сведения об использовании вычислительной техники для расчета водопроводных и канализационных сетей приведены в гл. 8 и 9.

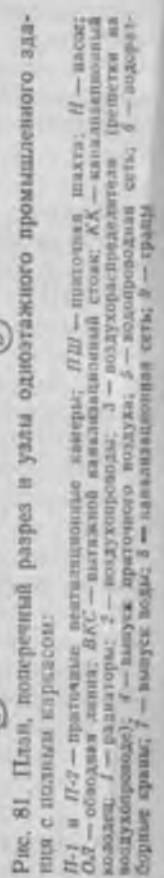


Рис. 81. План, поперечный разрез и узлы одностержневого здания с полыми колоннами

§ 62. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРИТОЧНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Исходные данные. Расход воздуха $L=40\,000\text{ м}^3/\text{ч}$; начальная концентрация пыли (перед фильтром) $g_{\text{нач}}=5\text{ мг}/\text{м}^3$; конечная концентрация пыли (после фильтра) $g_{\text{кон}}=0,5\text{ мг}/\text{м}^3$.

Необходимо выполнить схему вентиляции, подобрать воздушный фильтр, определить диаметры воздуховодов и подобрать вентилятор.

Решение. Схему вентиляционной системы выполняют в соответствии с размерами производственного здания (рис. 81). Устанавливают две приточные вентиляционные системы с одинаковой производительностью под потолком, подвешивая их к балкам покрытия по длине здания. Вентилятор, калорифер, фильтр размещают в приточной камере на антресолях. Расстояние между приточными отверстиями принимают равным 6 м, за исключением двух первых и одного последнего участков, считая от приточной камеры (1—2, 2—3 и 10—11), имеющих отклонение от указанного расстояния (см. рис. 81 и табл. 11).

Для подбора воздушного фильтра вычисляют его требуемую эффективность ε по формуле (9): $\varepsilon = [(5 - 0,5) / 5] 100 = 90\%$.

По найденному значению и начальной концентрации пыли выбирают масляный самоочищающийся фильтр КДМ-2006К с параметрами $\eta=10$ мг/м³, $\varepsilon=95\%$, $L_{уд}=10\ 000$ м³/ч, рабочая поверхность фильтра $F=20\ 000/10\ 000=2$ м², сопротивление фильтра 100 Па.

Диаметры круглых воздуховодов определяют по формуле (10) или по номограмме (рис. 82). Все результаты расчетов заносят в табл. 11.

Вентилятор подбирают по расходу воздуха, приходящемуся на одну вентиляционную установку, и полному давлению, которое должен развивать вентилятор для преодоления сопротивления фильтра, калорифера и воздуховодов. Для сокращения объема расчетных работ суммарные потери давления в данной системе необходимо принять равными 600 Па.

Ввиду сравнительно малой запыленности воздуха выбирают центробежный вентилятор типа ПГА-70.

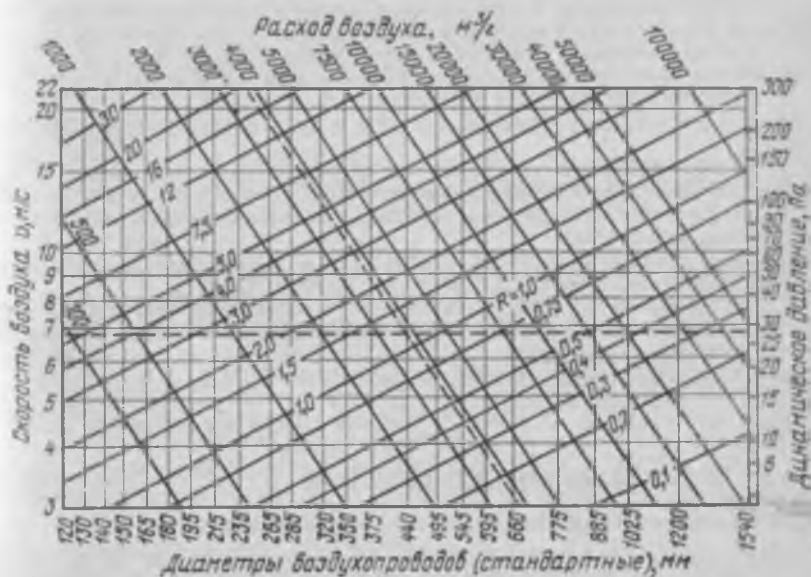


Рис. 82. Номограммы для определения диаметра круглых воздухопроводов

11. Результаты расчета диаметра воздуховода

№ участка	Длина участка, м	Расход воздуха на участке, м ³ /ч	Расчетная скорость воздуха, м/с	Диаметр воздуховода, мм	
				расчетный	стандартный
1—2	2	20 000	13	740	710
2—3	4	18 000	12	721	710
3—4	6	16 000	11	719	710
4—5	6	14 000	10	704	710
5—6	6	12 000	9	688	710
6—7	6	10 000	8	667	630
7—8	6	8 000	7	637	630
8—9	6	6 000	6	597	630
9—10	6	4 000	5	534	560
10—11	5	2 000	4	422	400

По номограмме (рис. 83) находят точку пересечения шкалы полного давления (отметка 600) и линии максимального значения КПД вентилятора (0,8), опускаясь из точки их пересечения по вертикали до пересечения со шкалой производительности вентилятора 20 000 м³/ч. Точка пересечения попадает на пунктирную линию № 10. Следовательно, надо принять к установке вентилятор Ц4-70 № 10.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны называется предельно допустимой?
2. Какие температура и относительная влажность воздуха считаются комфортными для человека в состоянии покоя и при тяжелой физической работе?
3. Каково назначение вентиляции и кондиционирования воздуха?
4. По каким принципам классифицируют системы вентиляции?
5. Назовите основные части вентиляционной установки.
6. Для чего служат фильтры, как они подразделяются по их эффективности?
7. Каково назначение калориферов в вентиляционных установках?
8. Для чего служат воздухораспределители? Назовите их основные виды.
9. Назовите основные приборы контроля и автоматики, применяемые в вентиляционных установках.
10. Чем руководствуются при выборе систем вентиляции для различных помещений предприятий мясной и молочной промышленности?
11. Изложите пути снижения затрат на эксплуатацию систем отопления.
12. Каковы пути снижения затрат на эксплуатацию систем вентиляции и кондиционирования воздуха?
13. Назовите основные структурные устройства ЭВМ.
14. Какова схема решения задач на ЭВМ?
15. Какие санитарно-технические системы можно рассчитать на ЭВМ?

Глава 8. СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

§ 63. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ

Различают питьевую и техническую воду. Если вода вступает в непосредственный контакт с сырьем и продукцией, а также для работы пластинчатых пастеризационно-охладитель-

ных установок используют только питьевую воду. Качество питьевой и технической воды должно соответствовать ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая. Технические требования и контроль за качеством».

Техническая вода применяется в холодильных установках, котельных, трубчатых охладителях, системах пожаротушения и отопления. Техническая вода должна быть безвредна для здоровья людей (коли-индекс не более 1000). Отложения солей должны быть не более 0,08 мм в течение 1 мес, а биологические обрастания на 1 м² поверхности — слоем не более 0,05 мм в течение того же срока.

Качество воды определяют по бактериологическим, органолептическим показателям и показателям токсических химических веществ, перечисленных в упомянутом ранее ГОСТе.

По бактериологическим показателям, установленным ГОСТ 2874—82, вода, подаваемая в водопроводную сеть и поступающая к потребителям через наружные водоразборы и краны внутренних водопроводных сетей, должна соответствовать следующим требованиям: общее количество бактерий в 1 мл неразбавленной воды не более 100, коли-индекс не более 3.

Органолептические свойства воды характеризуются определенными показателями. Их устанавливают исходя из требований к загрязняющим веществам, встречающимся в природных водах, к добавляемым при обработке воды в виде реагентной, а также к появляющимся в результате бытового, промышленного и сельскохозяйственного загрязнения водисточников. При оценке качества воды пользуются следующими показателями: запахом, привкусом, цветностью, мутностью. Вода должна соответствовать следующим требованиям:

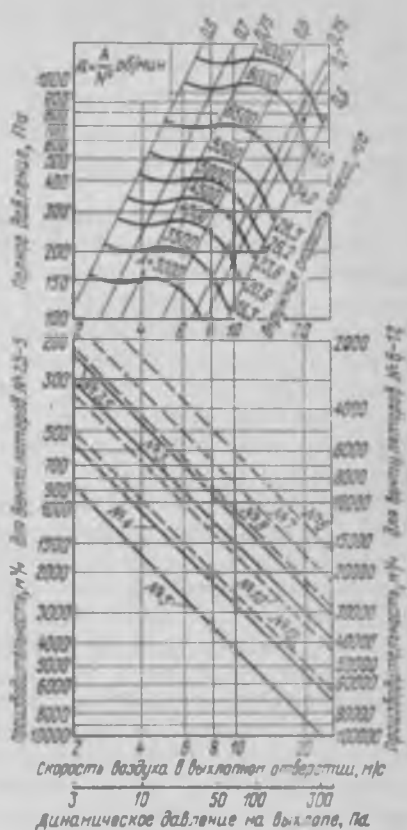


Рис. 83. Номограмма для подбора центробежных вентиляторов Ц4-70

запах при температуре воды от 20 до 60 °С не более 2 баллов;

привкус при 20 °С не более 2 баллов;

цветность по платиново-кобальтовой или имитирующей шкале не более 20°, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы цветность воды может быть до 35 °С;

мутность по стандартной шкале не более 1,5 мг/л.

Химические вещества, влияющие на органолептические свойства воды, независимо от происхождения не должны превышать установленных ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая». Технические требования и контроль за качеством» норм. Содержание сухого остатка допускается не более 1000 мг/л, общая жесткость 7 мг·экв/л, концентрация хлоридов 350 мг/л, железа—0,3, нитратов—не более 45 мг/л. Концентрацию химических веществ в воде определяют методами, установленными соответствующими ГОСТами.

Водородный показатель (рН) должен быть в пределах 6,0—9,50. Показателем эффективности обеззараживания воды хлором является наличие остаточного свободного хлора. Его концентрация в воде должна быть не менее 0,3 мг/л и не более 0,5 мг/л.

При дополнительной специальной обработке воды (обезжелезивание, умягчение, фторирование и др.) проводится контроль за эффективностью обработки.

Пробы воды из распределительной сети для определения качества воды берут периодически (от 1 до 200 раз в месяц) в зависимости от численности населения, пользующегося водопроводом. Определение нитратов и нитритов в питьевой воде приведено в приложении 7.

Государственный контроль за качеством воды (в местах водозабора, перед поступлением воды в сеть и в распределительной сети) осуществляет санитарно-эпидемиологическая служба.

§ 64. НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И РЕЖИМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Расходом воды называют количество воды, потребляемой предприятием в единицу времени, выраженное в л/с, м³/с, м³/ч, м³/сут.

Величина потребления и расхода воды предприятием обуславливается климатическими условиями, назначением и мощностью, техническим и культурным уровнем предприятия, от которых зависят вид и состояние внутренней водопроводной сети, благоустройство территории.

При расчетах систем водоснабжения расход воды на производственные, хозяйственные, питьевые и противопожарные нужды определяют по нормам расхода воды (нормам водопотребления).

Нормой расхода воды называют предельное количество воды, отнесенное к водопотребляющей единице (единица оборудования, вырабатываемой продукции, работник предприятия и т. д.). Нормы расхода приведены в технологических нормах проектирования.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды (в столовых, для душевых помещений и ножных ванн, на мойку полов, поливку территории, зеленых насаждений и др.) учитывают тоже по нормам.

Например, в цехах с небольшим загрязнением полов (цехи консервирования шкур, разведения рассола, аппаратные цехи городских молочных заводов, помещения экспедиций) норма расхода воды 3 л/м^2 . В цехах с сильно загрязненными полами и панелями (цехи убоя скота и разделки туш, кишечный, субпродуктовый и жировой) норма расхода воды 6 л/м^2 , дополнительно на смывку пола расходуют в течение смены еще 3 л/м^2 .

Количество воды, подаваемой для душевых, определяют из условия, что часовой расход воды на одну душевую сетку составляет 115 л (расчетная продолжительность пользования душем 45 мин после окончания смены). Количество душевых сеток принимают в зависимости от числа работающих на производстве в самой большой смене и санитарной группы производства.

Расход воды на тушение пожара внутри здания принимают 3 л/с на одну струю, на тушение наружного пожара производственных помещений — 10 л/с (расчетная продолжительность пожара 3 ч).

Расход воды рассчитывают в соответствии с указаниями, изложенными в СНиП 2.04.01—85. Расчетные расходы воды являются исходными данными для определения диаметров во-



Рис. 84. Графики водопотребления:

а — водопотребление по всему заводу (ГВ — расход горячей воды); б — водопотребление, кроме технологических нужд; в — водопотребление на технологические нужды

допроводных трубопроводов, подбора насосов и другого водопроводного оборудования.

Подсчитав расход воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды в течение часа, приступают к составлению графика водопотребления. Составляют общий график водопотребления и отдельно графики потребления воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды (рис. 84).

Самая большая потребность в хозяйственно-питьевой воде наблюдается на стыке смен.

Вода в течение суток, недели, месяца и года потребляется неравномерно, поэтому для расчетов расхода воды используют коэффициент неравномерности водопотребления k (часовой, суточной, месячной, годовой):

$$k = Q_{\text{макс}} / Q_{\text{ср}}$$

где $Q_{\text{макс}}$ — максимальный расход воды; $Q_{\text{ср}}$ — средний расход воды.

Коэффициент суточной неравномерности хозяйственно-питьевого водопотребления на промышленных предприятиях принимают равным единице. Коэффициент часовой неравномерности потребления производственной воды бывает различным (от 2,3 до 3) и зависит от технологии и оборудования предприятия.

§ 65. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Система водоснабжения — это комплекс инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды потребителям. Она включает источники воды, насосные станции, станции очистки, баки, резервуары и сети трубопроводов.

В зависимости от местных условий некоторые из вышеперечисленных сооружений могут отсутствовать. В тех случаях, когда предприятие обеспечивается водой от городского водопровода, водозаборные и очистные сооружения не устривают.

Системы водоснабжения различают по виду обслуживаемого объекта, по назначению и по принципу расходования воды.

По виду обслуживаемого объекта системы водоснабжения делят на городские, поселковые, промышленные, железнодорожные, сельскохозяйственные и др.

В зависимости от назначения системы водоснабжения бывают следующие: хозяйственно-питьевые, производственные (технологические), противопожарные, объединенные.

Хозяйственно-питьевые системы снабжают водой столовые, души, умывальники, уборные, прачечные и другие водопотребительские объекты хозяйственного назначения.

Производственные системы предназначены для подачи воды на технологические нужды. Технологическую воду используют для нагрева или охлаждения сырья и полуфабрика-

тов, в теплообменных аппаратах, для мойки тары, помещений и т. д. На производственные цели уходит большая часть поступающей на предприятие воды.

Противопожарные системы обеспечивают водой для тушения пожаров внутри предприятий и на его территории.

Противопожарный водопровод делят на внутренний и наружный. Внутренний устраивают в пожароопасных и взрывоопасных помещениях (машинные и аппаратные залы аммиачных компрессорных станций, отделения дробления и просеивания кормовой муки, переработки перо-пухового сырья и т. д.). Все подводки обеспечивают противопожарными средствами (шланги с брандспойтами, дренчерные и спринклерные установки).

Наружный водопровод на территории предприятия прокладывают под землей. Он может быть низкого или высокого давления. Низкое водопроводное давление поддерживают городская насосная станция, водонапорная башня, насосная станция второго подъема. Высокое давление создают специальные стационарные противопожарные насосы. Их устанавливают в помещениях предприятий.

Каждая система водоснабжения обеспечивается оперативным запасом воды. Этот запас хранят в подземных резервуарах. Количество оперативного запаса определяют, исходя из норм расхода на тушение пожара. Требуемое давление в водопроводе создают водонапорная башня, пневматические установки или насосы второго подъема.

Систему водоснабжения, обслуживающую несколько крупных объектов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, называют районной или районным водопроводом.

Иногда водопровод обеспечивает водой объекты, расположенные на участках территории с различной высотой. В таких случаях устраивают зонные системы водоснабжения. Для высокорасположенных участков насосы поддерживают высокое давление, которое не нужно для низкорасположенных.

При наличии объединенных систем водоснабжения вода поступает на различные цели. Например, на предприятиях мясной и молочной промышленности на технологические нужды идет только питьевая вода. Это позволяет объединить хозяйственно-питьевую и производственную системы в одну общую. Такая общая система может служить и для противопожарных целей. В некоторых случаях сооружают частично объединенные системы водоснабжения — производственно-хозяйственные, когда для технологических целей применяют только питьевую воду, и хозяйственно-противопожарные

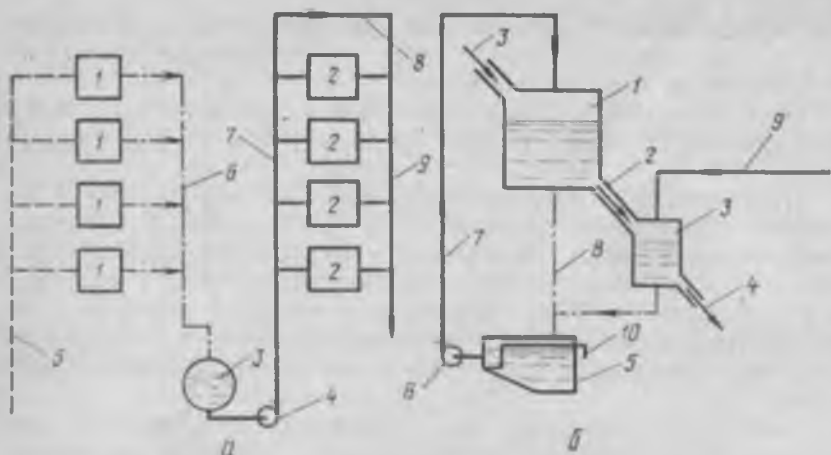


Рис. 85. Схемы систем повторного и обратного водоснабжения:

a — схема повторного использования воды с установкой накопителя и насоса: 1 — технологическое оборудование, использующее водопроводную воду; 2 — технологическое оборудование, использующее отработанную воду; 3 — накопитель; 4 — насос; 5 — водопровод; 6 — трубопровод, подающий отработанную воду в накопитель; 7 — трубопровод подающий отработанную воду для повторного использования; 8 — трубопровод для сброса избытка отработанной воды; 9 — трубопровод для сброса использованной воды в канализацию; *б* — схема обратного водоснабжения для мойки (промывки) сырья, полуфабриката и готового продукта: 1 — промыватель на необоротной воде; 2 — поток промываемого вещества; 3 — промыватель на водопроводной воде; 4 — поток промытого вещества; 5 — аппарат для очистки оборотной воды, например отстойник; 6 — насос; 7 — трубопровод, подающий очищенную воду; 8 — трубопровод, подающий загрязненную воду; 9 — водопровод; 10 — канализацию

(в административно-хозяйственных помещениях). Кроме того, на предприятиях устраивают системы горячего водоснабжения.

Все системы внутреннего водоснабжения делят по принципу расходования воды на проточные, последовательно-повторные и обратные.

В проточных системах воду из точек потребления (разные звенья технологического процесса, мойки оборудования и помещений, душевые, уборные и т. п.) спускают в канализацию. Проточная система является самой распространенной и наименее экономичной. Значительную экономию воды дают последовательно-повторная и обратная система водоснабжения.

§ 66. ПОВТОРНОЕ И ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

При повторном водоснабжении воду, после использования в каком-либо технологическом процессе и сохранившую достаточные качественные показатели, без промежуточной обработки подают для повторного применения (рис. 85, *a*).

Например, на мясокомбинатах в цехах технических фабрик барометрические конденсаторы вакуум-горизонтальных котлов заменяют кожухотрубчатыми. Их используют для кон-

денсации соковых (вторичных) паров, а отработавшую воду применяют повторно на мытье полов и другие цели.

В газовых печах для опалки свиных туш подвесной путь и цепь конвейера экранируют трубами, по которым циркулирует вода. Нагревшуюся в трубах чистую воду можно использовать также повторно.

Тару для молочных продуктов (контейнеры, бутылки, флаги и др.) после мойки повторной водой ополаскивают еще и питьевой. Эту воду можно повторно применять для первого ополаскивания, мойки полов, наружного обмыва автомашин, полива территории и т. д.

На молочных комбинатах в цехах производства молочных консервов получают большое количество конденсата, который используют для мойки полов, автомашин, в прачечных.

В оборотных системах (рис. 85, б) воду используют многократно после соответствующей обработки (очистки, охлаждения, подогрева и т. д.).

Если при первом использовании вода загрязняется, ее подают в очистные сооружения, после чего очищенную воду с помощью насосов вновь направляют для участия в технологическом цикле. В канализацию уходит небольшая часть воды с загрязнениями. Потери восстанавливают свежей водой. В системах оборотного водоснабжения можно использовать даже сточные воды после их биохимической очистки.

Пример оборотного использования воды — охлаждающая вода в холодильных агрегатах. Нагревшуюся в конденсаторах агрегатов воду охлаждают в градирнях или брызгальных бассейнах и снова подают в конденсаторы. На предприятиях молочной промышленности повторно используют воду в пластинчатых пастеризационно-охладительных линиях.

Оборотное водоснабжение позволяет уменьшить расход свежей воды в десятки раз. Экономия свежей воды способствует сохранению водных ресурсов. При повторном и оборотном водоснабжении резко уменьшается количество сточных вод, тем самым меньше загрязняются водоемы.

На предприятиях нужно добиваться сокращения водопотребления свежей воды и водоотвода. Для этого необходимо внедрять безотходные технологические процессы и системы водоснабжения с повторным и оборотным использованием воды по замкнутому циклу с полной ее регенерацией.

§ 67. СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Воду, подаваемую в сеть трубопроводов, забирают из глубинных скважин или из поверхностных водоемов (ключей, озер, рек и др.). Схема водоснабжения с забором воды из реки приведена на рис. 86.

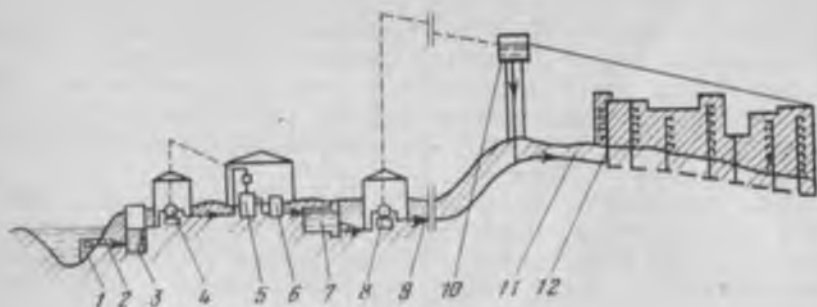


Рис. 86 Схема водоснабжения предприятия:

1 — водоприемник; 2 — самотечная труба; 3 — береговой колодец; 4 — насос станции первого подъема; 5 — отстойник; 6 — фильтр; 7 — запасной резервуар чистой воды; 8 — насос станции второго подъема; 9 — магистральный водовод; 10 — водонапорная башня; 11 — магистральные трубопроводы; 12 — водопроводные вводы

Речная вода самотеком поступает в водозаборное сооружение. Дальше насосами первого подъема она подается в очистные сооружения, которые проходят самотеком. Очищенная вода (включая дезинфекцию — обеззараживание) поступает в резервуары чистой воды. Оттуда воду забирают насосы станции второго подъема и подают ее в водопроводную сеть населенного пункта и промышленных предприятий. При заборе воды из источников, чаще подземных, вода которых не требует очистки из-за естественной фильтрации через слои земли, схема головных сооружений (часть системы водоснабжения от места забора воды до водонапорной башни или насосной станции второго подъема) упрощается. В ней отсутствуют очистные сооружения (станция очистки) или устанавливают только сооружения для специальной обработки воды (обезжелезиватели, умягчители, фтораторы, дефтораторы, дегазаторы, опреснители и др.).

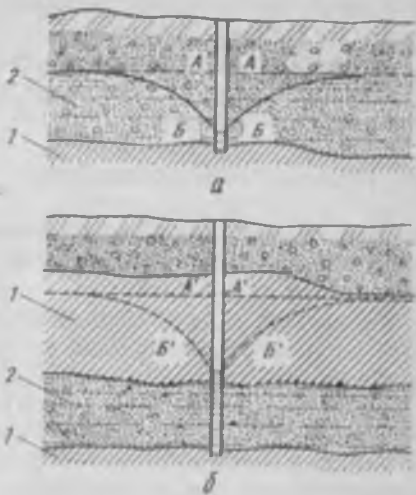
Расход воды из водопроводной сети значительно колеблется в течение суток, а подача воды насосами второго подъема относительно равномерна. В часы, когда насосы подают больше воды, чем расходуют, излишек поступает в водонапорную башню. В часы, когда подача воды насосами недостаточна, используется вода из башни.

В крупных системах водоснабжения давление в сети поддерживают насосы второго подъема. Водонапорные башни не сооружают.

Иногда для производственных целей требуется подача воды разного качества (питьевая или техническая) и под разным напором, в таких случаях устраивают соответствующее число водопроводных сетей.

Рис. 87. Депрессионные воронки:

a — безнапорных вод; *б* — напорных вод;
1 — водоупорные породы; 2 — водоносные
породы; *АА* — статический уровень; *А'А'* —
пьезометрическая линия при отсутствии
откачки; *ББ* и *Б'Б'* — динамические уровни



§ 68. ВОДОИСТОЧНИКИ

Источники воды различают поверхностные и подземные.

К поверхностным источникам относят озера, реки, водохранилища, образуемые на реках при устройстве плотин. В приморских районах для производственных целей применяют морскую воду. Но к этому прибегают только в крайних случаях: при отсутствии пресной воды, а также если опреснение обходится дешевле, чем доставка пресной воды из других районов.

Подземные источники могут быть безнапорными (грунтовыми) и напорными (артезианскими).

Безнапорные воды скапливаются во впадинах водоупорных пластов земли. Эти воды находятся в первом водоносном слое от поверхности земли.

Артезианские воды находятся в водоносном слое между водоупорными слоями земли. Они заполняют водоносный слой полностью. Напорные воды характеризуются хорошими бактериологическими и физическими качествами, но имеют высокую жесткость и железистость.

Чтобы забирать воду из подземных источников, сооружают трубчатые колодцы (буровые скважины). В колодце вода из напорного водоносного горизонта поднимается до определенного уровня — пьезометрической линии. Если эта линия проходит выше поверхности земли, то вода из трубчатого колодца (скважины) выливается. Такая скважина является фонтанирующей. Если воду из трубчатого колодца не откачивают, то уровень воды в нем занимает высшее положение, называемое *статическим* (рис. 87). При откачке воды уровень понижается в зависимости от интенсивности откачки. Этот уровень называют *динамическим*. Количество откачиваемой воды при понижении динамического уровня на 1 м называют *удельным дебитом*. Динамический уровень находится ниже, чем уровень в грунте за пределами трубчатого колодца. В поперечном разрезе это изображают кривой депрессии. Область, охваченную кривыми

депрессии, называют депрессионной воронкой, радиус ее — *радиусом влияния колодца*.

Если рядом устраивают несколько трубчатых колодцев, то их располагают так, чтобы их радиусы влияния не пересекались.

§ 69. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

К водозаборным сооружениям относят трубчатые колодцы (скважины), шахтные колодцы, горизонтальные водозаборы, каптажные камеры.

С помощью трубчатых колодцев забирают безнапорные и напорные подземные воды, залегающие на глубине более 10 м.

Шахтные колодцы углубляют в грунт до 30 м, они предназначаются для забора грунтовых вод.

Горизонтальные водозаборы устанавливают у поверхностных водонисточников.

Каптажные камеры собирают включенную воду для водоснабжения.

Трубчатые колодцы являются самым распространенным видом водозаборных сооружений для систем водоснабжения (рис. 88). Их сооружают путем бурения ударным или роторным (при большой глубине) способами. При бурении стенки скважины закрепляют стальными обсадными трубами, которые соединяются резьбовыми муфтами в колонны. Вслед за буром в скважину опускают обсадные стальные трубы диаметром D_1 до тех пор, пока колонна перестанет углубляться. Бур вынимают и вместо него опускают вторую колонну труб меньшего диаметра D_2 . Через вторую колонну бурение продолжают буром меньшего диаметра. К колонне по мере ее углубления присоединяют новые трубы. Таким образом, верхний конец колонны всегда выступает над поверхностью земли.

Аналогично поступают с новой колонной труб еще меньшего диаметра D_3 . Бурение ведут до проектной глубины. Через водоносный слой вставляют фильтр.

Фильтры представляют собой соответствующе подготовленную трубу (рис. 89). В верхней части фильтра расположен замок. Этот замок служит для того, чтобы, зацепив за него специальным устройством, вытащить фильтр. Нижняя часть фильтра — это отстойник длиной 2—10 м для накопления оседающих из воды частиц. При эксплуатации водозаборных сооружений фильтр периодически чистят или заменяют. Фильтры различают дырчатые, проволочные, сетчатые, шелевые и др.

Зазоры между трубами в смежных участках колонны на высоту 2—3 м заливают цементным раствором (тампонируют).

Промежуток между наружной и предыдущей колоннами тампонируют полностью по всей высоте до поверхности земли. Свободные части колонн выше тампонов срезают и вынимают. В грунте остается шахта колодца телескопической формы. Верхний конец ее окружают надстройкой в виде небольшого здания.

Воду из буровой скважины поднимают с помощью погружного центробежного насоса или эрлифта. Насос в трубчатом колодце расположен выше электродвигателя. Его закрепляют на нижнем конце напорной трубы и болтами присоединяют электродвигатель.

Эрлифт состоит из воздушного компрессора, сборного резер-

вуара для воды, соединительного шланга для подачи воздуха и двух труб — воздушной и водоподъемной, спущенных в скважину. Диаметр воздушной трубы 15—75 мм, водоподъемной — 50—200 мм. Воздушную трубу шлангом подсоединяют к компрессору

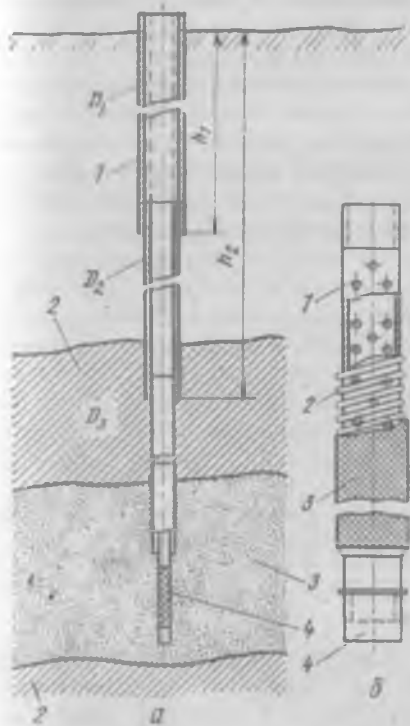


Рис. 88. Трубчатый колодец с сетчатым фильтром:

а — трубчатый колодец: 1 — первая колонка обсадных труб; 2 — водоупорные пласти; 3 — водоносный горизонт; 4 — фильтр; 6 — сетчатый фильтр; 1 — дырчатая труба; 2 — проволоочная спираль; 3 — сетка; 4 — отстойник (грязевик)

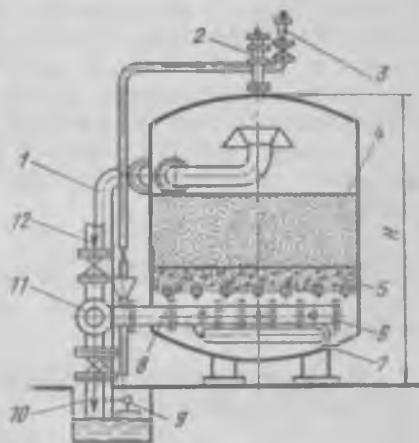


Рис. 89. Напорный вертикальный фильтр:

1 — подача сырой воды; 2 — вакуум-клапан; 3 — вантуз; 4 — кварцевый песок; 5 — гравий; 6 — дренажные трубы для воды; 7 — дренажные трубы для воздуха; 8 — дно фильтра с дренажными колпачками; 9 — поплавковый клапан, регулирующий интенсивность промывки; 10 — сброс; 11 — отвод фильтрованной воды; 12 — промывная вода

и располагают внутри водоподъемной трубы или рядом с ней. Часть воздушной трубы, находящаяся в воде, перфорирована или имеет сетчатую насадку-диффузор. В трубку компрессор нагнетает сжатый воздух. Диффузор создает водовоздушную эмульсию, плотность которой значительно меньше плотности воды. Сжатый воздух вытесняет эмульсию по водоподъемной трубе вверх в резервуар. Эмульсия разрушается, воздух отделяется от воды, которая подается насосом далее по назначению. В основном эрлифты применяют для чистки занесенных песком скважин. Коэффициент полезного действия эрлифтов ниже коэффициента полезного действия насосов.

Иногда для пополнения подземных вод поверхностными устраивают инфильтрационные скважины. В них осуществляют обратный процесс по сравнению с процессом в водозаборных скважинах. Горизонтальные водозаборные сооружения поверхностных вод для хозяйственно-питьевых нужд устраивают через водоприемник, который представляет собой горизонтальную самотечную трубу с перфорацией и сеткой. Его устанавливают в местах наименьшего загрязнения воды. Через водоприемник вода самотеком попадает в береговой колодец, откуда подается насосами первого подъема на станцию очистки.

Для защиты от внешних загрязнений около водонostroичника и водозаборных сооружений создают трехполосную санитарную зону. На территории первого пояса запрещается всякая хозяйственная деятельность, а также купание. В зоне второго пояса все виды строительства должны быть согласованы с органами санитарно-эпидемиологической службы. Запрещается сброс загрязняющих веществ в водоем и на поверхность почвы. В третьем поясе организуют наблюдения за инфекционными заболеваниями.

Границы санитарных зон устанавливают в зависимости от местных гидрологических и топографических условий.

§ 70. НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

В водопроводных насосных станциях размещают насосы, контрольно-измерительные приборы, арматуру, электрооборудование для управления работой насосной станции. Насосные станции по расположению в общей схеме водоснабжения различают первого подъема, второго подъема, повысительные и циркуляционные.

Насосные станции первого подъема подают воду из водонostroичника на очистные сооружения.

Насосная станция второго подъема подают воду из резервуара чистой воды в водонапорную башню или к потребителям.

Повысительные насосные станции повышают давление в водопроводной сети (при больших расстояниях давление в водопроводе падает).

Циркуляционные насосные станции в промышленных водопроводных сетях обеспечивают подачу отработанной воды на охлаждение и охлажденной воды на предприятие.

На станциях устанавливают не менее двух рабочих насосов и один или более запасных.

При заборе глубинной воды функцию насосов первого подъема выполняют водоподъемные насосы в скважинах.

Для систем водоснабжения применяют глубинные насосы типа ЭЦВ, с приводом от погружного электродвигателя, производительностью от 4 до 375 м³/ч и напором от 25 до 270 м вод. ст. Они предназначены для подачи воды из скважин с общей минерализацией воды (сухой остаток) не более 1500 мг/л (в технически обоснованных случаях допускается до 2000 мг/л), с водородным показателем (рН) от 6,5 до 9,5, с температурой до 25°С, с содержанием твердых механических примесей не более 0,01% по массе, хлоридов — не более 1,5 мг/л.

Глубинные насосы (электронасосы) данного типа работают в продолжительном режиме от сети переменного тока.

При монтаже и демонтаже электронасоса все применяемые подъемные приспособления должны иметь трехкратный запас прочности. Перед началом работы подъемные приспособления необходимо проверить.

Прежде чем приступить к монтажу, необходимо тщательно ознакомиться с паспортом скважины, проверить соответствие технической характеристики электронасоса по напору и производительности условиям его работы в данной скважине. Дебет скважины должен быть на 10—15% выше максимальной производительности электронасоса. Также необходимо получить данные о расположении фильтра скважины и об удельном дебете скважины. До начала монтажных работ измеряют расстояние до статического уровня (статический уровень — это расстояние от устья скважины до поверхности воды при не включенном электронасосе), проверяют шаблоном прямолинейность и проходимость скважины (шаблон — отрезок трубы, соответствующий максимальному диаметру и длине электронасоса).

Для определения расположения электронасоса в скважине учитывают следующее:

верхний фланец электронасоса должен находиться ниже динамического уровня воды не менее чем на 1,5 м (динамический уровень — расстояние от устья скважины до поверхности воды при работающем электронасосе);

Хлор с ...ко распадается

днище электродвигателя должно быть выше фильтра не менее чем на 1 м.

Перед монтажом электродвигатель насоса полностью заполняют водой по качеству не ниже питьевой, лучше — дистиллированной водой. Электронасос в скважину опускается электродвигателем вниз и держится (висит) на колонне водоподъемных труб.

Подробнее технология монтажа дается в инструкции при паспорте устанавливаемого электронасоса.

§ 71. ОБРАБОТКА ВОДЫ

Так как поверхностные воды содержат определенное количество растворимых и нерастворимых примесей, микроорганизмов, в том числе болезнетворных, а подземные источники — минеральные вещества (железо, йод, бром, стронций, соли кальция и магния и др.) и газ, то воду подвергают очистке и специальной обработке.

Метод очистки воды и состав очистных сооружений зависят от качества забираемой воды, назначения водопровода, производительности очистных сооружений и местных условий.

Основными методами очистки воды являются осветление отстаиванием и фильтрацией и обеззараживание (хлорированием, бактерицидным облучением и др.).

Воду очищают на очистных станциях. На них устанавливают отстойники, фильтры, фтораторы, хлораторы, оборудуют реакгентное хозяйство. Очистные сооружения, как правило, располагают так, чтобы вода могла передаваться из одного сооружения в другие самотеком.

Отстаивание заключается в осаждении имеющихся в воде взвешенных частиц. Для улучшения этого процесса в воду добавляют химические реагенты — коагулянты (сернокислый глинозем $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, трихлорид железа FeCl_3 , высокомолекулярные флокулянты, например поликриламиды и др.). Приготовление коагулянта осуществляют в установках, называемых *реагентным хозяйством*.

Раствор коагулянта тщательно перемешивают с очищаемой водой в смесителях. Далее вода попадает в камеру хлопьеобразования, затем направляется в отстойник. В отстойнике выпадают хлопья взвешенных частиц, и вода осветляется. Смесители, камеры хлопьеобразования и отстойники представляют собой железобетонные резервуары.

При фильтрации очищаемую воду пропускают через слой мелкозернистого фильтрующего материала (кварцевый песок, активированный уголь, дробленый антрацит), где происходит осаждение взвешенных примесей. Для бесперебойной и надежной фильтрации

рации устанавливают два или более фильтра. Различают скорые и медленные фильтры. Скорыми фильтруют воду, обработанную коагулянтами и обезжелезиваемую. Скорые фильтры подразделяют на открытые (самотечные) и закрытые (напорные).

Скорые открытые фильтры представляют собой железобетонный резервуар с двойным днищем. Верхнее днище является дренажным устройством для спуска профильтрованной воды (фильтрата) и поддерживает фильтрующий слой. Фильтрат собирается между днищами, после чего по трубопроводу его отводят в резервуар чистой воды через обеззараживатель. Для фильтрующей загрузки самотечных фильтров применяют кварцевый песок крупности 0,8—2,5 мм. Толщина слоя зависит от крупности песка и бывает 0,7—2 м. Скорость фильтрации 6—10 м/ч.

Применяют также открытые фильтры с двумя фильтрующими слоями. Верхний слой из дробленого антрацита, нижний — из кварцевого песка. Производительность двухслойного фильтра почти в 2 раза больше однослойного. Вода из фильтра вытекает через дренажное устройство. Это устройство может быть щелевым и колпачковым. Щелевое устройство — это система труб с щелями шириной не более 1—1,5 мм. Колпачковый дренаж — система фарфоровых или пластмассовых пустотелых колпачков со щелями, вмонтированных в дренажное дно фильтра. При чрезмерном засорении фильтра механическими примесями его промывают чистой водой в течение 4—5 мин.

Скорые закрытые фильтры включают стальной цилиндрический закрытый резервуар, колпачковое дренажное устройство и фильтрующую загрузку. Различают фильтры вертикальные и горизонтальные.

В напорный фильтр подают насосом фильтруемую воду, заполняя водой весь фильтр. Отфильтрованная вода вытекает под давлением, а промывная вода вместе с загрязнениями сливается в водосток. Фильтр периодически промывают чистой водой. При напорном фильтровании предварительного отстаивания воды не требуется.

Применяют также сверхскоростные напорные фильтры. Они работают со скоростью фильтрования 100 м/ч.

С помощью медленных фильтров фильтруют воду, не обработанную коагулянтом. Их загружают песком и гравием — создают поддерживающий слой.

Хлорирование — самый распространенный метод обеззараживания воды. Процесс осуществляют в хлораторах хлорной известью или газообразным хлором. Хлорной известью обрабатывают воду в водопроводах небольшого дебита. Хлор с водой образуют хлорноватистую кислоту, она легко распадается

на соляную кислоту и атомарный кислород. Последний является сильным окислителем и обладает бактерицидным действием. При хлорировании воды газообразным хлором процесс обеззараживания происходит аналогично.

При хлорировании хлор вводят два раза: перед отстаиванием и после фильтрования. Для этого рассчитывают норму хлора, разделяя на две части. Хлор дозируют автоматические хлораторы. В хлораторную он поступает в сжиженном виде в баллонах. Так как хлор вызывает коррозию стали, то резервуары, в которых обрабатывают воду, изготавливают из древесины или железобетона. Трубы для подачи раствора хлорной извести применяют резиновые, эбонитовые, полиэтиленовые, полихлорвиниловые. От большой дозы хлора вода приобретает неприятный запах. Такую воду дехлорируют. Для нейтрализации воды в нее добавляют аммиак, гипосульфит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ или сернистый газ.

Кроме того, для обеззараживания применяют гипохлорит натрия, получаемый из поваренной соли электролитическим способом.

Бактерицидное облучение воды осуществляют ртутно-кварцевыми лампами высокого давления или аргоно-ртутными лампами низкого давления, вмонтированными в бактерицидные установки марок ОВ-1П; ОВ-50 (ОВ-1П-РРС); ОВ-150 (ОВ-3П-РКС). Лампы испускают ультрафиолетовые лучи, обладающие бактерицидными свойствами. Такие лампы называют бактерицидными и располагают их над поверхностью воды или погружают в нее. Этот способ обеззараживания более перспективен, так как в воду не добавляются посторонние агенты.

Озонированием обрабатывают воду, мутность которой не превышает 15 мг/л. Озон попутно уменьшает цветность, посторонние привкус и запах воды.

В зависимости от состава примесей применяют один или несколько видов специальной обработки воды: умягчение, обезжелезивание, стабилизацию, фторирование, обесфторивание, минерализацию, обессоливание, дегазацию.

Умягчение воды осуществляется реагентным (наиболее распространенным известково-содовым) и катионитовым способами умягчения в том случае, если жесткость воды превышает 7 мг·экв/л.

Для умягчения известково-содовым способом в воду одновременно добавляют реагенты в виде раствора извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и соды Na_2CO_3 . Известь добавляют для устранения карбонатной (временной) жесткости, а соду — для устранения некарбонатной (постоянной) жесткости. Реагенты вступают в реакцию с жесткими солями воды (соли Ca и Mg). Образуют малораств-

воримые в соде соединения CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$, выпадающие в осадок; для ускорения процесса выпадения осадка добавляют коагулянт — железный купорос.

Катионитовый способ умягчения воды заключается в способности катионитов обменивать ионы. Катионит связывает жесткостные ионы воды (Ca , Mg), а взамен выделяет в воду натриевые или водородные ионы. Поэтому различают два типа катионитов — Na-катиониты и H-катиониты.

Установка для катионитного умягчения представляет собой закрытый фильтр. Вместо кварцевого песка фильтр загружен катионитовым песком, сульфоуглем, искусственными катионитами. Такие фильтры называют катионитовыми.

Катионитовые фильтры периодически промывают, пропуская воду в обратном направлении. После промывки катионит регенерируют: через катионитовый фильтр, загруженный Na-катионитом, пропускают раствор поваренной соли. H-катионит таким же способом обрабатывают раствором серной кислоты.

Обезжелезивание воды проводят аэрацией, коагулированием, известкованием, катионированием (катионит — сульфоуголь). Наиболее удобный и экономичный способ обезжелезивания — аэрация. Для обработки этим способом воду пропускают через аэрационное устройство, контактный резервуар и скорый закрытый фильтр. В аэрационном устройстве вода насыщается кислородом. Двухвалентное железо окисляется до трехвалентного, которое образует нерастворимый в воде бурого цвета гидроксид железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Процесс его образования происходит в контактном резервуаре. Осаждение гидроксида железа из воды осуществляется в фильтрах.

Аэрацию воды осуществляют разными способами. Наиболее распространенными являются нагнетание воздуха в воду через дырчатые трубы, пропуск воды через контактные или вентиляторные градирни, подача воздуха во всасывающий патрубок насоса и др.

Стабилизацией воды называют такую ее обработку, при которой вода теряет способность откладывать соли и тем самым вызывать коррозию. Стабилизация важна при оборотном водоснабжении, в теплообменных аппаратах, охладительных устройствах и в системах горячего водоснабжения. Воду стабилизируют подкислением соляной или серной кислотами, рекарбонизацией углекислым газом, фосфатированием тринатрийфосфатом, суперфосфатом.

Фторирование воды необходимо для доведения содержания фтора до оптимального содержания — 0,5—1,5 мг на 1 л питьевой воды. Отсутствие в организме человека фтора способствует возникновению кариеса зубов и некоторых других заболеваний. Воду фторируют кремнефторидом или фторидом натрия, крем-

нефторидом аммония на установках фторирования. Однако концентрация фтора в воде выше нормы вредна и недопустима, поэтому в некоторых случаях подземные воды приходится обесфторивать на фильтрах, загруженных активированным оксидом алюминия.

Для обработки воды в небольших количествах применяют комплексные установки. Такие установки успешно используют на низовых молочных заводах.

Для приема и хранения воды, поступающей от насосных станций первого подъема, станций очистки воды, приема воды в оборотном водоснабжении; хранения регулирующего объема воды; хранения противопожарных и аварийных запасов воды сооружают запасные резервуары. Их выполняют из железобетона. Они могут быть монолитными и сборными. Для водонепроницаемости внутренние поверхности стенок и днище резервуара покрывают водонепроницаемым слоем. При объеме до 2000 м³ резервуары обычно сооружают круглой формы в плане, при большем объеме — прямоугольной формы.

Резервуары закрывают слоем земли для уменьшения влияния на воду температуры воздуха. Вместимость резервуаров определяют расчетами.

§ 72. СХЕМЫ И УСТРОЙСТВО ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Для транспортирования воды от источников к объему водоснабжения служат водоводы. Они представляют собой два или более трубопровода, расположенных параллельно друг другу. Для подачи воды непосредственно к местам потребления (промышленным предприятиям, жилым зданиям и т. п.) оборудуют наружную водопроводную сеть (рис. 90). Поступление воды к точкам водоразбора внутри здания осуществляется по внутреннему водопроводу. По конфигурации в плане наружные водопроводные сети подразделяют на кольцевые (замкнутые) и тупиковые (разветвленные).

Кольцевые сети обеспечивают бесперебойную подачу воды, но для них требуется большее количество труб, арматуры и фасонных частей, чем для тупиковых.

Тупиковые сети применяют для водоснабжения небольших объектов, а также во время перерывов в водоснабжении и случаях возникновения аварии.

В наружной водопроводной сети различают магистральные (главные) и распределительные (второстепенные) линии.

Внутреннюю систему водоснабжения на предприятиях мясной и молочной промышленности обычно сооружают объединенную. Отдельный водопровод устраивают для технической воды, ибо соединение питьевого и технического водопроводов не допускается.

Водопроводная вода из наружной сети под давлением поступает во внутреннюю сеть через уложенный в земле водопроводный ввод. Он представляет собой трубопроводное ответвление от наружного водопровода до водомерного узла или запорной арматуры внутри здания.

По положению разводящей линии относительно водоразборных точек различают системы с верхней и нижней разводкой. По расположению трубопроводов различают кольцевую и тупиковую системы внутреннего водоснабжения. В системах с верхней разводкой разводящая магистраль находится выше точек водоразбора, в системах с нижней разводкой — ниже (рис. 91, а). Если давление в наружном водопроводе небольшое, то во внутреннем водопроводе устанавливают насосы подкачки и напорный бак.

Кольцевые внутренние водопроводные сети устраивают в тех случаях, когда необходимо обеспечить бесперебойную подачу воды (на технологические цели, для противопожарных водоразборных точек и др.). Если кольцевая сеть имеет десять или более водоразборных точек, то ее к наружной сети подключают не менее чем двумя вводами (рис. 91, б). Применение тупиковых систем ограничено.

Наружные водопроводные сети прокладывают в грунте. В некоторых случаях (районы вечной мерзлоты) водопровод проводят по поверхности земли на опорах и обязательно теплоизолируют.

При прокладке водопровода в грунте глубина заложения труб зависит от глубины промерзания грунта, температуры воды в трубах и режима ее подачи. Для магистральных трубопроводов со строго определенным режимом работы глубину заложения рассчитывают. Во всех случаях глубина заложения трубы должна быть больше расчетной глубины промерзания грунта на 0,5 м от низа трубы, принимая во внимание возможные внешние нагрузки на поверхности земли.

Водопроводные линии прокладывают соответственно рельефу местности с постоянной глубиной заложения, а также с уклоном на ровных местах. Уклон обеспечивает возможность опорожнения системы и выход воздуха в высших точках водопровода.

На водопроводной сети в местах установки арматуры и фасонных частей с фланцевыми соединениями оборудуют водо-

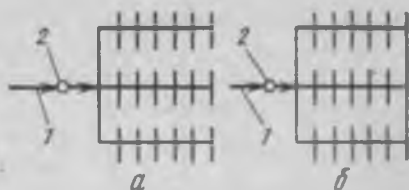


Рис. 90. Схемы наружных водопроводных сетей:

а — тупиковая; б — кольцевая; 1 — поступление воды из водозаборных сооружений; 2 — водонапорная башня

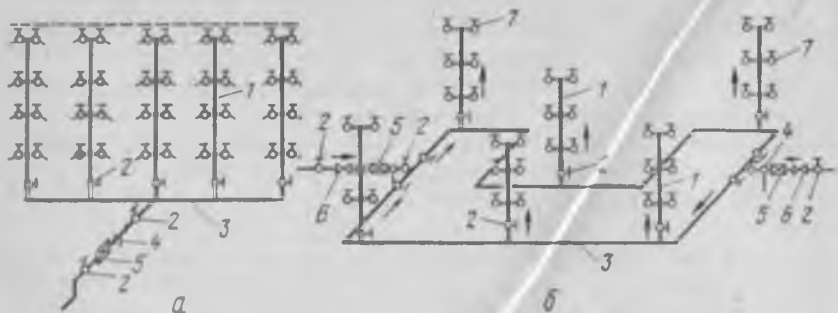


Рис. 91. Схемы внутренних водопроводных сетей:

а — схема тупиковой сети с нижней разводкой; *б* — схема кольцевой сети; 1 — стояк; 2 — запорный вентиль; 3 — разводящая (магистральная) линия; 4 — тройник с пробкой для спуска воды из системы; 5 — водомер; 6 — обратный клапан; 7 — подводка

проводные колодцы из кирпича или сборного железобетона. Их размеры определяются габаритами арматуры и глубиной водопровода. Колодцы бывают круглой и прямоугольной формы. На поверхности земли колодец заканчивается чугунным люком с крышкой.

Внутренний водопровод прокладывают открытым способом по поверхностям строительных конструкций. Это упрощает монтаж и эксплуатацию трубопроводов.

§ 73. ТРУБОПРОВОДЫ

Для устройства наружного водопровода применяют чугунные, стальные, асбестоцементные, пластмассовые, железобетонные и другие трубы (см. приложение 8).

Чугунные трубы и фасонные части к ним покрывают антикоррозийным битумным слоем. Наименьший диаметр труб 65 мм. При соединении труб стыки заделывают битуминизированной льняной прядью и чеканят асбестоцементной смесью, кроме того, применяют резиновые кольца. Чугунные трубы долговечны, но требуют сравнительно большого расхода металла.

Стальные трубы (сварные или катаные) диаметром до 1400 мм соединяют сваркой. С целью предохранения от коррозии поверхность стальных труб покрывают битумной или битумно-резиновой изоляцией, применяют катодную защиту. Для катодной защиты трубопровод подключают к отрицательному полюсу источника постоянного тока (катоде). Вблизи трубопровода в землю зарывают стальной предмет (например, старые рельсы), подключенный к положительному полюсу (аноду). Электролитом является грунт. При протекании тока анод разрушается, а поверхность трубопровода в местах, имею-

щих трещины в антикоррозионном слое, наращивается. Протекающий ток подавляет также местные локальные электротоки. Катодную защиту применяют обычно как дополнение к защите слоем антикоррозионного материала. Катодная защита непокрытого трубопровода не применяется из-за высокой себестоимости.

Асбестоцементные трубы изготовляют диаметром до 500 мм. Они прочны, стойки по отношению к коррозии, имеют малую теплопроводность, гладкие стенки и небольшую массу по сравнению с чугунными и железобетонными трубами. Недостаток этих труб — малая сопротивляемость ударам и динамическим нагрузкам. Соединяют их асбестоцементными или металлическими муфтами с резиновыми кольцами.

Из пластмассовых труб наибольшее применение получили винипластовые и полиэтиленовые (диаметр до 200 мм). Они устойчивы против коррозии, легкие, достаточной механической прочности, долговечны, обладают малым гидравлическим сопротивлением. Недостаток — большой коэффициент линейного расширения. Соединяют сваркой, горячим воздухом, клеей или резьбовыми муфтами с конусообразными прокладками.

Винипластовые трубы с клеймом «Техническая» для устройства хозяйственно-питьевых водопроводов не применяют.

Железобетонные трубы изготовляют с предварительной напряженной арматурой. Диаметр труб от 500 до 1600 мм. Соединяют их раструбами с прокладками в виде резиновых колец.

Для внутреннего водопровода используют только стальные оцинкованные трубы. Их соединяют резьбовыми муфтами. Соединение сваркой не допускается, так как в свариваемом месте выгорает цинк и начинается коррозия трубопровода.

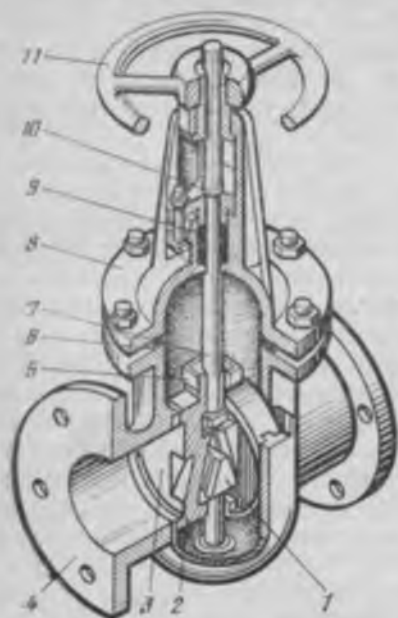
Кроме того, используют полиэтиленовые трубы.

Для противопожарных и циркуляционных производственных водопроводов оборотного водоснабжения допускается применение черных стальных труб.

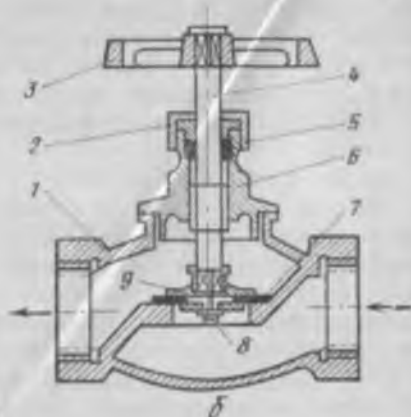
§ 74. АРМАТУРА

Арматура является составной частью водопроводной сети. По назначению ее подразделяют на запорно-регулирующую (задвижки, вентили, редукционные и обратные клапаны), водоразборную (водоразборные колонки, краны, пожарные гидранты, выпуски) и предохранительную (предохранительные клапаны, воздушные вентузы).

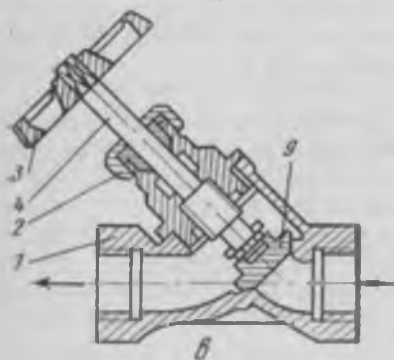
З а д в и ж к а м и регулируют распределение расхода воды в сети, отключают участки сети для осмотра и ремонта (рис. 92).



a



б



в

Рис. 92. Запорная арматура:

a — параллельная задвижка: 1 — клин; 2 — кольцо; 3 — диск; 4 — корпус; 5 — обойма; 6 — прокладка; 7 — шпindel; 8 — крышка; 9 — сальник; 10 — втулка сальника; 11 — маховик; *б* — прямой запорный вентиль, *в* — косой запорный вентиль: 1 — корпус; 2 — накладная гайка; 3 — маховик; 4 — шпindel; 5 — сальник; 6 — крышка корпуса; 7 — резиновая прокладка клапана; 8 — болт с шайбой; 9 — клапан (золотник)

Вентили, перемещаясь возвратно-поступательно, частично или полностью открывают или закрывают проход для воды. Их изготовляют с разной формой корпуса из стали, чугуна и др. Основной деталью вентиля является клапан.

Редукционные клапаны служат для понижения давления на отдельных участках сети.

Обратные клапаны допускают движение воды только в одном направлении.

Водоразборные колонки устанавливают на наружном водопроводе в тех районах, где в зданиях нет внутреннего водопровода. Самое большое распространение в нашей стране получила колонка московского типа, изготавливаемая из чугуна.

Краны бывают водоразборные и проходные, вентиляльного и пробкового типа. Водоразборные краны почти всегда вентиляльного типа, их делают из чугуна, бронзы, нержавеющей стали, латуни, с применением пластмасс и керамики. Проходные краны пробкового типа. Поворотом конической пробки на 90° достигается открытие или закрытие крана.

Пожарные гидранты также изготавливают из чугуна. Они предназначены для забора воды из сети в целях пожаротушения. Гидранты бывают подземные и надземные. Устанавливают гидранты в водопроводных колодцах, на пожарных подставках. Расстояние между гидрантами в населенном пункте на сети должно быть не более 100 м.

Выпуски устраняют в водопроводных колодцах на пониженных местах сети. Через них опорожняют трубопровод и отводят воду при промывке сети. Выпуски представляют собой патрубки от нижней части водопроводных труб.

Предохранительные клапаны исключают повышение давления в сети сверх допустимого.

Воздушные вентузы, основанные на поплавковом принципе, оборудуют в водопроводных колодцах на высших точках водопроводной сети. Ими обеспечивается выпуск и впуск воздуха.

§ 75. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ

Для управления системами водоснабжения используют приборы контроля (телефизмерения, телеуправления, телесигнализации) и автоматики.

Например, с помощью приборов телеуправления пускают и выключают насосы, открывают и закрывают задвижки. Приборы телесигнализации контролируют давление, уровень воды в резервуарах, засорение фильтров, физические и химические характеристики воды.

Для визуального наблюдения за работой системы водоснабжения применяют манометры, термометры, автоматические анализаторы свободного хлора.

Расход воды учитывают расходомерами: турбинными счетчиками, дифференциальными манометрами, или дифманометрами (рис. 93). Последние делят на жидкостные (поплавковые, кольцевые и колокольные), пружинные (мембранные и сильфонные).

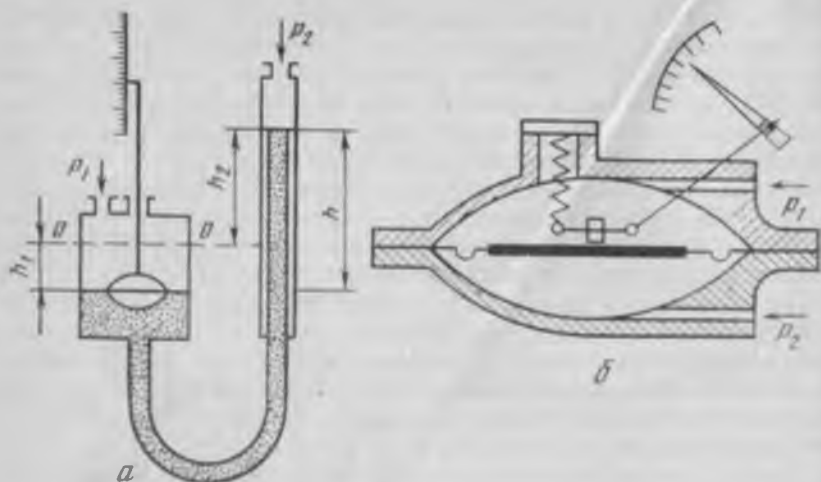


Рис. 93. Схема устройства дифманометров:
 а — поплавкового дифманометра; б — мембранного дифманометра

С помощью дифманометров измеряют расход жидкостей и газов по методу переменного перепада давления. Их используют и для измерения давления, так как они могут фиксировать избыточное давление как разницу между абсолютным и атмосферным давлением.

Управление системой водоснабжения автоматизируют. Изменения параметров контролируют при помощи датчиков или реле регуляторов. Автоматизированное управление водоснабжением сочетают в комплексе с работой счетно-вычислительных машин. Иногда автоматизируют отдельные участки водоснабжения, например промывку фильтров, дозировку хлора, уровень воды в водонапорной башне и т. д.

§ 76. СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Качество горячей воды, участвующей в технологических процессах, связанных с приготовлением пищевых продуктов, а также для удовлетворения санитарных, бытовых нужд должно соответствовать требованиям стандарта питьевой воды ГОСТ 2874—82. Воду перед нагреванием при необходимости подвергают специальной обработке. Например, при значительной концентрации газов в водопроводной воде ее дегазируют. Дегазацией удаляют углекислый газ, сероводород, кислород. Удаление углекислого газа и кислорода уменьшает коррозионные свойства горячей воды. Применяют физические (разбрызгивание в вакууме с подогревом) и химические методы ее дегазации (фильтрация через химически активные материалы).

Температура горячей воды, подаваемой на санитарно-бытовые нужды, во избежание ожога не должна превышать 75 °С. В душевые для производственных рабочих на промышленных предприятиях разрешается подавать воду температурой 45—50 °С. Температура горячей воды для технологических процессов определяется производственными требованиями.

Нормы расхода горячей воды и режим водопотребления. Для производственных целей нормы расхода горячей воды устанавливают в литрах на единицу продукции или единицу обрабатываемого сырья, для хозяйственно-бытовых нужд — в литрах в час на одно место потребления (например, на одну душевую сетку) или на обрабатываемый объект (на мойку автомашины).

Нормы применительно к различным видам производства указаны в нормативной технологической литературе.

Нормы горячей воды (65—70 °С) для хозяйственно-бытовых нужд одинаковы во всех отраслях промышленности. По СНиП 2.04.01—85 на одну душевую сетку норма расхода горячей воды составляет 270 л на человека, на мойку столовой посуды в заводской столовой — 250—300 л/ч.

Расход горячей воды по часам равномернее, чем расход холодной воды. В максимальных количествах горячую воду расходуют на стыках рабочих смен. В это время рабочие пользуются душевыми, а также проводят мокрую уборку цехов. Для определения часового потребления горячей воды составляют график (см. рис. 84). Расход горячей воды включают в общий график водопотребления предприятия.

Схемы систем горячего водоснабжения. Система горячего водоснабжения — это комплекс сооружений, предназначенных для приготовления горячей воды, подачи ее с требуемым давлением и температурой к точкам потребления.

Системы горячего водоснабжения по способу обеспечения горячей водой точек потребления делят на две группы: централизованные и местные.

Централизованными системами называют системы горячего водоснабжения, в которых горячая вода поступает из одного центра (бойлерной, теплового узла, ТЭЦ, районной котельной). По системе трубопроводов горячую воду подают в помещения к водоразборным точкам или к технологическому оборудованию. В местных системах готовят и потребляют воду в том же помещении.

Местные системы применяют в тех случаях, когда горячая вода централизованного горячего водоснабжения не соответствует требуемым параметрам (например, в автоматизированных пастеризационно-охладительных линиях молока). Преимущественно предприятия оборудуют централизованными

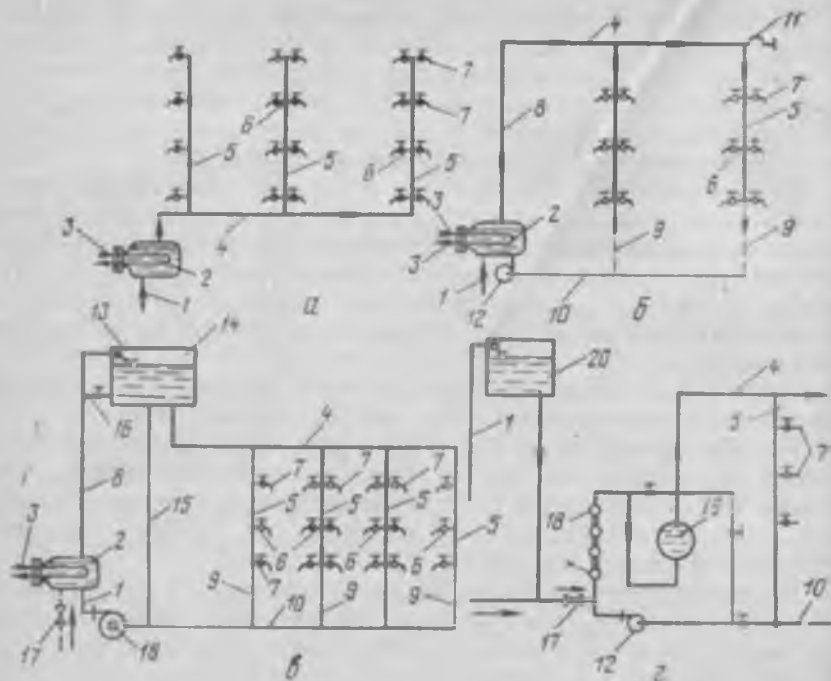


Рис. 94. Схемы систем горячего водоснабжения:

а — тупиковая (простейшая) схема с нижней разводкой; б — схема системы с циркуляционной линией (при естественной циркуляции); в — схема системы с баком-аккумулятором и циркуляционной линией (с механическим побуждением циркуляции); 2 — схема системы с нижним баком-аккумулятором горячей воды; 1 — водопровод; 2 — водонагреватель; 3 — вход и выход теплоносителя; 4 — разводящая линия; 5 — стояк; 6 — подводки; 7 — водоразборные точки; 8 — главный стояк; 9 — циркуляционные стояки; 10 — сборная циркуляционная линия; 11 — воздушник; 12 — насос; 13 — поплавковый клапан; 14 — бак-аккумулятор; 15 — циркуляционная линия между баком-аккумулятором и водонагревателем; 16 — циркуляционная вставка с обратным клапаном (открывается для обеспечения циркуляции); 17 — обратный клапан; 18 — циркуляционный насос; 19 — емкость герметическая; 20 — бак с холодной водой

системами, которые бывают следующих видов: с непосредственной подачей воды из наружной тепловой сети; с подачей воды из тепловых узлов, присоединенных к наружным сетям с паром или перегретой водой; с подачей воды из водонагревателей, установленных на самом предприятии.

Принципиальные схемы централизованного горячего водоснабжения показаны на рис. 94. Сети тупиковой системы можно подключать к тепловой через водонагреватель или непосредственно. Работа системы, построенной по такой схеме, состоит в следующем. Из водопровода поступающая вода под давлением проходит через водонагреватель, где она нагревается и по разводящей линии через стояки и подводки поступает на водоразборные точки (умывальники, раковины, ванны, души, техно-

логическое оборудование и др.). Но рассмотренная тупиковая система имеет два существенных недостатка: горячая вода при отсутствии водоразбора остывает и при открытом кране некоторое время течет остывшая вода; при падении давления в водопроводе горячая вода не поступает на водоразборные точки.

Система с циркуляционной линией (при естественной циркуляции) ранее упомянутого первого недостатка не имеет. В ней от последней точки водоразбора каждого стояка отведены циркуляционные стояки. Они входят в сборную циркуляционную линию, которая присоединена к нижней части водонагревателя. В сборную циркуляционную линию перед водонагревателем ставят циркуляционный насос. Однако второй недостаток, присущий тупиковой системе, имеет место и в данной. В системах горячего водоснабжения (см. рис. 94) применяют баки-аккумуляторы, которые обеспечивают нормальную подачу горячей воды даже при резких колебаниях давления в водопроводе. Бак-аккумулятор располагают выше водоразборных точек. Горячая вода из водонагревателя через поплавковый клапан поступает в бак-аккумулятор, а из него по трубопроводам на водоразборные точки. Давление в трубопроводе определяет высота расположения бака-аккумулятора. Между сборной циркуляционной линией и баком-аккумулятором вмонтирована вставка с обратным клапаном. Она обеспечивает естественную циркуляцию воды.

Бак-аккумулятор горячей воды оборудуют в специальном помещении на верхнем этаже или на крытии. Изготавливают баки-аккумуляторы из листовой стали, для предотвращения коррозии снаружи и внутри его покрывают олифой и окрашивают железным суриком два раза, после чего теплоизолируют. По форме бак-аккумулятор может быть круглым или прямоугольным. Верхний уровень воды в нем определяют поплавковый клапан, присоединенная к баку переливная труба или автоматическое устройство.

Иногда баки-аккумуляторы используют для подогрева воды. Подогрев производитсязмеевиком или перфорированной трубой, установленными в нижней части бака, через которые пропускают теплоноситель.

Для накопления горячей воды применяют также герметические резервуары, в которых постоянно содержится запас воды под водопроводным давлением. Горячая вода из резервуара при большом водоразборе, а также при падении давления в водопроводе может полностью расходоваться.

В системах горячего водоснабжения все не вертикальные трубы прокладывают с уклоном не менее 0,002. Этим обеспечивается удаление воздуха из системы (автоматически или через краны).

Водоразборные точки, работая одновременно, могут оказывать влияние друг на друга. Такое влияние особенно заметно в работе душей. Если душей три и более, то водоразборные точки кольцуют трубами одного увеличенного диаметра раздельно для горячей и холодной воды.

Водонагревательные приборы. Для подогрева воды в системах горячего водоснабжения применяют экономайзеры, различного рода водонагреватели, котлы-утилизаторы, использующие теплоту уходящих газов, и т. п. На предприятиях мясной и молочной промышленности чаще всего устанавливают емкостные, скоростные противоточные и контактные (бесшумные, кольцевые и др.) водонагреватели. Теплоносителем для водонагревателей служит пар или перегретая вода, поступающая от котельной предприятия или централизованного теплоснабжения.

Емкостные водонагреватели (бойлеры) являются наиболее распространенными. Они представляют собой стальной цилиндр со сферическими днищами (рис. 95, а). В него вставлена гребенка, состоящая из верхней и нижней коллекторных труб, в которые вварены U-образные параллельные между

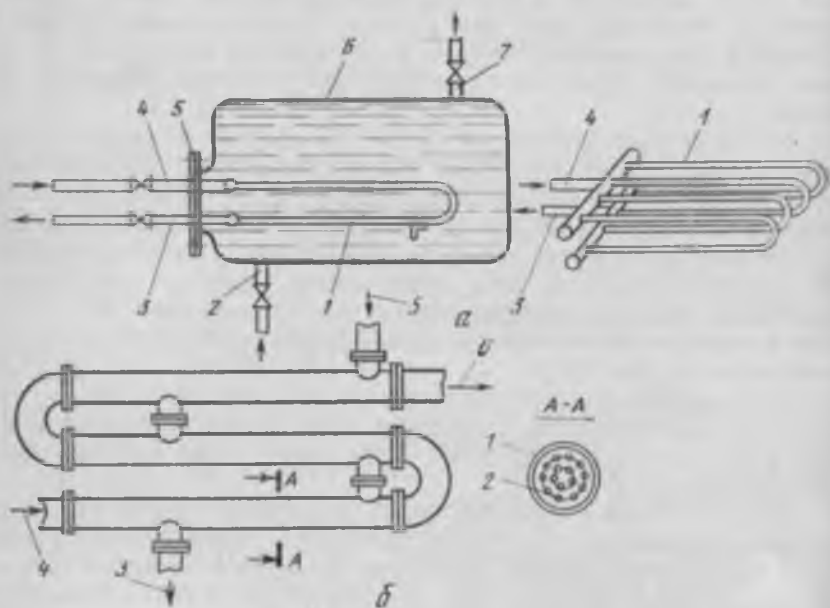


Рис. 95. Схемы водонагревателей:

а — емкостного водонагревателя (бойлера): 1 — гребенка; 2 — входной патрубок для холодной воды; 3 — выходной патрубок для теплоносителя; 4 — входной патрубок для теплоносителя; 5 — большой фланец; 6 — цилиндрический резервуар; 7 — выходной патрубок для горячей воды; б — скоростного противоточного водоподогревателя: 1 — кожух секции; 2 — трубки нагревателя; 3 — выход теплоносителя; 4 — вход холодной воды; 5 — вход теплоносителя; 6 — выход нагретой воды

собой трубы. Теплоноситель подают через входной патрубок в верхний коллектор, отводят через нижний патрубок. Входной и выходной патрубки гребенки выводят наружу через большой фланец бойлера. Холодная вода под водопроводным давлением поступает в бойлер через патрубок, вваренный в нижнюю часть корпуса бойлера, и выходит через верхний выходной патрубок. Для исключения повышения давления по сравнению с расчетным на водонагревателях устанавливают грузовые предохранительные клапаны. Гребенку в бойлерах часто заменяют змеевиком. Он представляет собой вертикально установленную спираль из трубы. Оба конца трубы-змеевика, верхний и нижний, выведены наружу через большой фланец бойлера. В верхний патрубок теплоноситель подают, а из нижнего отводят. Большой фланец подсоединяют к бойлеру болтами через герметизирующую прокладку из паранита, клингерита и т. п.

В скоростных противоточных водонагревателях теплоноситель и подогреваемая вода движутся противоточно со значительной скоростью. Такие водонагреватели состоят из нескольких одинаковых секций (рис. 95, б). Каждая секция имеет кожух (стальную трубу диаметром от 50 до 325 мм в зависимости от производительности водонагревателя) и вставленные в него на трубных решетках латунные трубки диаметром до 16 мм.

Теплоноситель подводят в верхнюю секцию, подогреваемую воду — в нижнюю. Со скоростью 0,5—2 м/с вода по трубкам проходит через все секции.

Скоростные контактные водонагреватели характерны тем, что подогрев воды осуществляется непосредственным смешиванием теплоносителя (пара) с водой барботированием или другими способами. В этом случае конденсат в котельную не возвращается, а его потери увеличивают себестоимость пара.

Водонагреватели устанавливают в нижних этажах, в подсобных помещениях, чаще всего в котельных. Перед водонагревателем должно быть свободное пространство, обеспечивающее подход для ремонта и осмотра.

На греющей поверхности водонагревателей при нагревании воды часть солей выпадает и образуется слой накипи. Периодически поверхность очищают от накипи механическим (стальными щетками и скребками) или химическим (слабым раствором соляной кислоты или уксусной кислотой) способами.

§ 77. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Водоснабжение, предназначенное для подачи воды на технологические цели, называют производственным. Иногда для устройства производственного водоснабжения сооружают не-

сколько водопроводов, подающих воду различного качества (например, умягченную, подаваемую под высоким давлением для гидравлического оборудования и т. п.). Кроме того, оно может представлять собой один общий производственный водопровод.

Необходимыми устройствами для водоснабжения являются насосы, водонапорные баки и трубопроводы. Их подбирают, исходя из расчетов.

Промышленность выпускает санитарно-технические изделия со стандартными характеристиками серийным способом. Расчетные характеристики чаще всего не совпадают со стандартными. В этих случаях подбирают оборудование, данные которого близки к расчетным, но имеют большие значения.

Например, для подбора насоса необходимо знать его характеристики, т. е. производительность и развиваемое давление.

Производительность насоса G (в л/с) должна соответствовать расчетному расходу воды в водопроводе. Расчетный расход воды в однотипных точках водоразбора Q_m (в л/с) определяют по формуле

$$Q_m = q_n n m / 100,$$

где q_n — расчетный расход воды водоразборной точки, л/с; n — количество однотипных водоразборных точек; m — одновременное действие водоразборных точек, %.

Значения n , m даны в СНиП 2.04.01—85.

Общий расход воды Q является суммой расходов воды через однотипные водоразборные точки, т. е. $Q = \Sigma Q_m$. Если производительность насоса обозначить G , то $G = Q$.

Полное давление насоса p (в кПа) определяют по формуле

$$p = 9,81 (h_n - h_a) + \Sigma p_n,$$

где h_n и h_a — геодезические высоты нагнетания и всасывания, м; Σp_n — сумма потерь давления во всасывающих трубопроводах, кПа.

При определении геодезической высоты нагнетания следует к геодезической высоте диктующей точки (самая отдаленная водоразборная точка, оборудование, требующее самого большого напора воды, и т. д.) добавить необходимое остаточное давление в этой точке.

Кроме развиваемого давления и производительности, насосы подбирают по характеристике исполнения самого насоса и электродвигателя. Исполнение должно соответствовать условиям работы.

Мощность электродвигателя N (в кВт) определяют по формуле

$$N = Gp / (1000 \eta_n \eta_m),$$

где G — производительность насоса, л/с; η_n — коэффициент полезного действия передачи; η_m — коэффициент полезного действия насоса.

Кроме насоса и электродвигателя, рассчитывают диаметр трубопроводов, объем водонапорного бака и противопожарных резервуаров.

Для определения диаметров труб d (в мм) необходимо знать расчетный расход воды и скорость движения воды в трубе. Диаметр трубы определяют по формуле

$$d = 1130 \sqrt{G/v}, \quad (11)$$

где G — расчетный расход воды, м³/с; v — скорость потока воды, м/с.

Давление в сети водоснабжения в течение суток колеблется. Оно может не обеспечивать постоянную подачу воды в точки потребления под требуемым давлением. В таких случаях устанавливают водонапорные баки. Общий объем бака равен сумме регулируемого и запасного объемов.

Бак может наполняться в часы максимального давления в водопроводе или при помощи подкачивающих насосов. Последние можно включать вручную или автоматически (от реле уровня воды в баке или реле давления в системе). Необходимо рассмотреть все три варианты наполнения бака.

Регулируемый объем бака для безнасосной системы V_p (в м³) определяют по формуле

$$V_p = Qt,$$

где Q — среднечасовой расход воды за время питания сети внутреннего водопровода из бака, м³/ч; t — время, в течение которого при недостаточности напора наружной сети вода поступает в сеть внутреннего водопровода из бака, ч.

В системах с водонапорным баком и насосами при ручном пуске насосов регулируемый объем рассчитывают по формуле

$$V_p = Q_{\text{сут}}/n_{\text{сут}}.$$

При автоматическом пуске насосов

$$V_p = G/4n_4,$$

где $Q_{\text{сут}}$ — максимальный суточный расход воды, м³/ч; G — производительность насосов, м³/ч; $n_{\text{сут}}$ и n_4 — число включений насосов соответственно в сутки и в час; 4 — коэффициент частоты автоматического включения насоса.

Запасной объем бака V_z определяют противопожарные и технологические требования.

Запасной противопожарный объем воды $V_{z.п}$ обеспечивают, исходя из условий максимального водопотребления при ручном пуске насосов, из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара:

$$V_{z.п} = 0,6q_p.$$

При автоматическом пуске насосов условно принимают время тушения пожара 5 мин (в зданиях до 16 этажей):

$$V_{з.п} = 0,3q_p,$$

где q_p — расчетный расход воды на пожаротушение (по нормам), м³/ч.

Тогда $V_з = V_{з.п} + V_{з.т}$. Запасной объем воды $V_{з.т}$ идет на технологические цели.

Общий объем водонапорного бака $V = V_p + V_з$.

Водонапорные баки имеют круглую или прямоугольную форму. Их изготовляют из металла, железобетона. Металлические баки красят масляной краской. Состав краски согласовывают с органами санитарного надзора. Баки закрывают крышками с люком и ставят на поддон, на котором конденсируются влага воздуха и просачивающаяся из бака вода. Баки размещают в отопливаемом и вентилируемом помещении. Высоту расположения бака определяют по расчету свободного давления, создаваемого баком.

Объем противопожарных резервуаров должен обеспечить потребности в воде для тушения пожара в течение 3 ч. По графику часового расхода воды предприятия выбирают три смежных часа наибольшего потребления воды. Суммируют расходы воды за 3 ч, получая величину $Q_{\text{макс}}$. По соответствующим нормативам находят расход воды для тушения наружного пожара в течение 3 ч $Q_{н.п}$. Определяют расход воды для тушения внутреннего пожара здания в течение 3 ч $Q_{в.п}$, принимая для каждого гидранта по 3 л/с. Допускают, что тушение пожара произойдет на стыке смен, когда работает наибольшее количество душ. Определяют расход воды в душевых в течение 1 ч $Q_{д}$. Также определяют количество поступающей из водопровода воды во время тушения пожара в противопожарный резервуар $Q_{п}$. Объемы противопожарного резервуара рассчитывают по формуле

$$V = Q_{\text{макс}} + Q_{н.п} + Q_{в.п} + Q_{д} - Q_{п}.$$

По противопожарным нормам заполнения воды опорожненного во время пожара резервуара может длиться 24—40 ч.

Противопожарный резервуар выполняют из железобетона, в грунте. Взамен противопожарного резервуара разрешается использовать открытые железобетонные бассейны, водоемы, резервуары при градириях. Их объем должен соответствовать расчетному для противопожарных целей.

§ 78. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Главной задачей эксплуатации водопровода является поддержание водозаборных, очистных сооружений и водопроводной сети в исправности, а также обеспечение оптимального режима

их работы. Этого достигают систематическим обследованием, регулярными профилактическими ремонтами, своевременной заменой пришедших в негодность элементов водопровода. Кроме того, использование воды на водоразборных точках постоянно контролируют.

Для осуществления ремонтных работ создают эксплуатационные и ремонтно-аварийные (дежурные) бригады в составе не менее трех человек, под руководством инженера или техника. Они ведут журнал технического состояния водопровода, в который записывают причины неисправностей или аварий, дату ремонта и замены оборудования. Ремонтники при обслуживании водопровода должны соблюдать требования безопасности. На предприятиях для эксплуатации водопроводных сооружений составляют эксплуатационные инструкции.

Для поддержания пропускной способности трубопроводов их периодически очищают скребками, металлическими щетками, промывают водовоздушной смесью при помощи воздушного компрессора и т. д. В отдельных случаях внутренний водопровод очищают химическим способом.

На каждую водопроводную скважину составляют паспорт. В паспорте записаны все сведения о скважине (конструкция, состояние, проект скважины, геологические разрезы, данные буровых журналов, акты о неполадках при бурении, сведения о пробных откачках, анализ воды, акты генеральных испытаний при эксплуатации, данные о ремонтах, изменения нормальных условий эксплуатации). В журнал работы скважины заносят показания приборов, сведения о неисправностях. Качество воды проверяют не реже 1 раза в месяц, а данные проверки заносят в журнал.

При заборе воды из поверхностных водонисточников необходимо следить за их состоянием (уровнем и качеством воды, скоплением наносов, размывом берегов, санитарным состоянием водонисточника и места водозабора, образованием обледевления и др.).

На очистных станциях дежурные ведут журнал дежурства и поддерживают связь с насосными станциями.

Очистные сооружения, резервуары при градирнях и баки 1 раз в год опорожняют для очистки от осадков и наростов. Все люки баков, в которых хранятся запасы водопроводной воды, должны быть плотно закрыты и запломбированы. Открывать люки разрешается только для чистки и ремонта. Помещения водопроводных сооружений, а также баки для воды обеспечивают системами вентиляции (чаще всего естественной).

Эксплуатацию внутреннего водопровода начинают только после гидравлического испытания на герметичность давлением

в 1,5 раза больше рабочего, но не более 1 МПа. Результаты испытания оформляют актом. В распоряжение обслуживающего персонала передают рабочие чертежи водопровода, сведения о расчетных расходах воды и давлении на вводах и у водоразборных точек, технические паспорта насосов и другого оборудования. При эксплуатации внутреннего водопровода постоянно следят за исправностью запорной арматуры, контрольно-измерительных приборов.

В системах повторного водоснабжения особо надо следить за исправностью резиновых прокладок пластинчатых установок. Всякие неплотности в оборудовании первого применения воды могут привести к ее загрязнению и исключить дальнейшее применение. Всю систему периодически по плану, согласованному с санэпидстанцией, дезинфицируют. Лаборатории предприятия должны систематически контролировать качество повторной воды по химическим и органолептическим показателям.

Стальные трубы для водопровода прокладывают открытым способом, и во избежание образования конденсата на трубах холодного водоснабжения в отапливаемых помещениях их теплоизолируют.

Особое внимание уделяют ликвидации утечек воды, которые могут увеличить ее расход на 30—50%.

Во избежание гидравлических ударов в водопроводе применяют арматуру шпиндельного типа (вентили, задвижки). Неисправной арматурой (разболтанные клапаны и золотники, ослабление креплений, засорение), а также большой скоростью воды (выше 3 м/с) в трубах создается шум разного рода (треск, свист, гудение и др.). Для устранения шума заменяют изношенные детали, увеличивают диаметр трубы, чистят засоренные места. Систематически проверяют крепления насосов и электродвигателей. Они также могут быть источниками шума. Иногда применяют звукоизолирующие основания.

§ 79. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Создание более надежных и экономичных систем водоснабжения способствует успешному выполнению планов экономического и социального развития страны. Быстрый рост систем городских водопроводов, увеличение числа используемых одновременно источников водоснабжения требуют совершенствования методов расчета систем подачи и распределения воды.

Перед проектировщиками ставится задача создания надежных и экономичных инженерных систем водоснабжения (новых или реконструируемых), работающих в условиях непрерывного

возрастания водопотребления, сопровождающегося циклическими изменениями. Необходимо гарантировать обеспечение потребителей водой при возможных пиковых нагрузках и при любых отказах элементов системы, а также обеспечение экономически целесообразной работы системы в периоды малых нагрузок.

Успешное решение сложных задач расчета систем подачи и распределения воды практически неосуществимо без использования вычислительной техники.

Использование вычислительных машин позволяет не только ускорить решение многих задач, занимавших ранее при ручных вычислениях большое количество времени, но и решать принципиально новые проблемы, сама постановка которых была невозможна до появления ЭВМ. Например, если проведение гидравлической увязки достаточно простых сетей еще возможно с помощью ручных расчетов, то проведение расчетов при многих режимах, учитывающих совместную работу водопитателей и сетей, сравнение различных вариантов сетей по технико-экономическим данным и выбор оптимальных из них, исследование надежности работы систем водоснабжения, как правило, в реально встречающихся на практике случаях невозможно без применения ЭВМ.

Существует два принципиально различных типа вычислительных устройств:

аналоговые вычислительные машины (АВМ);

электронные цифровые вычислительные машины дискретного действия (ЭВМ).

В устройствах АВМ числовые значения параметров интересующего нас физического явления (значения расходов, напоров и т. д.) представляются непрерывными физическими величинами моделирующего устройства (например, электрической схемы), процессы в котором описываются одинаковыми с физическим явлением математическими соотношениями. Такие устройства называют моделирующими или аналоговыми.

Для расчета водопроводных систем обычно применяют электрические аналоговые устройства, в которых сила тока и падения потенциала моделируют расход воды и потери напора в сети.

Трудность моделирования гидравлических систем заключается в том, что линейные соотношения, связывающие падение потенциала и силу тока на любом участке электрической цепи, неэквивалентны нелинейным соотношениям, связывающим потери напора и расходы в линиях водопроводной сети. Сконструированы элементы, имеющие указанные нелинейные характеристики. Добавляя к ним специальные элементы, моделирующие работу водопитателей различных типов, и связывая их в единое моделирующее устройство, получим такое аналоговое устройст-

во, в котором распределение токов и напряжений будет соответствовать распределению расходов и напоров в моделируемой водопроводной системе. В нашей стране аналоговые машины для водопроводных расчетов (МАВР) разработаны в Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. Эти машины находят практическое применение. Однако аналоговые устройства предназначены обычно для решения сравнительно узкого класса задач.

Характерными особенностями АВМ являются:

высокое быстродействие (следует указать, что оно ограничено временем снятия показаний приборов, измеряющих значения физических величин);

ограниченная точность измерения значений параметров;

узкая специализация;

большие затраты ручного труда.

Другим типом вычислительных устройств являются ЭВМ, позволяющие по программе выполнять любую совокупность арифметических и логических операций.

В настоящее время созданы программы, позволяющие решать комплекс вопросов, возникающих при расчете как проектируемых, так и действующих систем водоснабжения, а также при их оперативном управлении. Ряд программ по расчетам систем водоснабжения для различных ЭВМ был разработан во ВНИИ ВОДГЕО.

Принцип составления алгоритмов и программ заключается в том, чтобы дать возможность проектировщикам провести на ЭВМ целый ряд расчетных исследований влияния различных элементов системы — насосов, регулирующих емкостей, отдельных участков сети и т. п. — на работу системы в целом. На основе только многовариантного анализа можно затем осуществить выбор оптимальных проектных решений для разработки новых или расширения и реконструкции существующих систем водоснабжения, а также исследования режимов работы последних. Исходя из этого, система программ была реализована так, чтобы позволить пользователям программ оперативно влиять на изменение характеристик элементов и выбор режимов работы подпрограммы. Существует две группы программ:

программы гидравлического расчета совместной работы водопроводной сети, насосов, регулирующих емкостей и водоводов при различных режимах и заданных диаметрах сети;

программы технико-экономического расчета сетей по методу фиктивных расходов.

Основная цель расчета водопроводных сетей — выбрать среди всех возможных те, которые удовлетворяют поставленным техническим условиям и являются оптимальными по затратам как на строительство, так и на эксплуатацию.

Расчеты позволяют в конечном итоге проектировщику выбрать из рассмотренных вариантов оптимальные. Кроме того, программы дают возможность оценить надежность рассматриваемых водопроводных сетей путем проведения расчетов с отключением отдельных участков.

Исходными данными для гидравлического расчета служат конфигурация сети, диаметры всех участков, число насосных станций и регулирующих емкостей и их характеристики. Программы позволяют проводить расчеты совместной работы сети и водопитателей различных типов (насосов, напорно-регулирующих емкостей и станций подкачки).

Ряд программ был создан в Сибирском энергетическом институте Сибирского отделения АН СССР. Хотя эти работы были посвящены в основном рассмотрению систем тепло- и газоснабжения, в них были рассмотрены важные методические вопросы, общие для всей теории гидравлических сетей, в том числе и для водопроводных сетей.

Сравнение проводилось как путем теоретических оценок, так и путем проведения численных экспериментов на ЭВМ по программам, реализующим различные методы. Все эти работы имели большое значение как для создания эффективных методов расчета гидравлических сетей, так и для решения ряда важных технических задач.

В разное время был создан ряд программ, основанных на численном решении экстремальных задач, описывающих потокораспределение в гидравлических сетях. Разработаны методы применения экстремальных задач потокораспределения в гидравлических сетях.

В ряде программ реализованы вариационные методы для гидравлического расчета сетей: первый метод, при котором минимизируется некоторая функция, зависящая от напоров в узлах, и второй, при котором минимизируется некоторая функция расходов на участках в предположении, что балансы расходов в узлах выполняются.

Разработан также комплект учебных программ для ЭВМ «Наири» и для средних ЭВМ на языке ФОРТРАН. Эти программы позволяют увязать гидравлическую сеть, рассчитать совместную работу насосов, скважин, свободных струй, резервуаров и сетей; выбрать трассу разветвленного трубопровода по заданной кольцевой сети с одной или несколькими точками питания; провести технико-экономический расчет сети при заданном распределении потока. Разработана программа расчета водопроводных сетей, позволяющая проводить увязку сети; расчет водопроводной сети с подбором диаметров труб на всех или некоторых участках следует выполнять так, чтобы обеспечить минимальные значения пьезометрической отметки в узле.

В последние годы потребности практики и прежде всего необходимость автоматизации проектирования водопроводных сетей и оптимального управления их функционированием привели к необходимости дальнейшего уточнения как инженерных постановок задач, так и их математической и алгоритмической реализации. Создаются программы, которые позволяют решать задачи оптимизации режима работы насосных станций, станций подкачки и всей сети в целом, оптимального выбора насосного оборудования и других агрегатов, а также диаметров всей сети. Математической основой решения этих сложных вопросов оптимизации проектирования систем водоснабжения и определения оптимальных режимов работы существующих систем является аппарат математического и динамического программирования. Методы математического программирования разрабатываются для нахождения минимума (или максимума) функции многих переменных при условии, что на эти переменные накладываются линейные или нелинейные ограничения. Этот аппарат наряду с более простым подходом вариантного проектирования позволяет решать широкий комплекс задач оптимизации с учетом ограничений технического, инженерного и экономического характера.

Анализ этих вопросов, постановка задач проектирования и оперативного управления сетями водоснабжения, необходимый математический аппарат и алгоритмы расчета оформлены в виде пакета прикладных программ для ЕС ЭВМ.

Применение ЭВМ позволяет производить многовариантные расчеты и получать оптимальные решения при проектировании водопроводных сетей.

§ 80. ПРИМЕР РАСЧЕТА ДИАМЕТРА ТРУБОПРОВОДА ТУПИКОВОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПОДБОР НАСОСА

Исходные данные. Расход воды на каждом водоразборном кране $q_2 = q_3 = q_4 = 0,2$ л/с; $0,0002$ м³/с; располагаемое (свободное) давление на вводе $p = 20$ кПа; остаточное давление в расчетной точке $p = 200$ кПа; длина расчетных участков $l = 36$ м; разница между высотными отметками насоса и расчетного водоразборного крана $z_n - z_2 = 3$ м.

Определить внутренний диаметр трубопровода и подобрать насос по схеме, изображенной на рис. 96.

Решение. Расчет начинают вести от ввода участка. Расходы воды на любом участке тупиковой системы являются суммой расходов на участках, последующих (по направлению движения воды) за данным участком.

Диаметр трубопровода d (в мм) рассчитывают по формуле (11).

Задаются скоростью движения и расчетным расходом воды:
на участке 3—4

$$v = 1,18 \text{ м/с}; \quad G_4 = q_4 = 0,0002 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$d_{3-4} = 1130 \sqrt{0,0002/1,18} = 15 \text{ мм};$$



Требуемая производительность насоса

$$G = G_{1-2}; \quad G = 0,0006 \text{ м}^3/\text{с} = 2,16 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Подходит насос ЦВ-4,85, технические характеристики (см. приложение 7) которого следующие: $G = 14,4 \text{ м}^3/\text{ч}$; $p_n = 850 \text{ кПа}$; $n = 2900 \text{ об/мин}$; $N = 17,0 \text{ кВт}$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие требования предъявляют к качеству воды?
2. Каковы нормы расхода воды?
3. Как классифицируют водозаборные сооружения?
4. Какие применяют методы обработки воды?
5. Какие Вы знаете схемы водопроводных сетей?
6. Какие трубопроводы используют в системе водоснабжения?
7. Назовите основные функции производственного водоснабжения.
8. Сформулируйте правила эксплуатации систем водоснабжения.
9. Какую роль играет вычислительная техника в расчетах систем водоснабжения?
10. Для решения каких задач можно использовать ЭВМ?

Глава 9. СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

§ 81. ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИИ МЯСНОЙ И МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Предприятия мясной и молочной промышленности расходуют чистую воду, которая в процессе ее использования загрязняется различными примесями, в том числе и органическими. Органические вещества являются хорошей питательной средой для различного рода бактерий, вызывающих инфекционные заболевания. Поэтому для поддержания хорошего санитарного состояния помещений и территории предприятия необходимо немедленно удалять отбросы и сточные воды за пределы территории предприятия и населенного пункта.

Сточными называются воды, использованные на бытовые или производственные нужды и получившие при этом дополнительные примеси (загрязнения), изменившие их первоначальный химический состав или физические свойства, а также воды, стекающие с территории предприятия в результате выпадения атмосферных осадков.

Производственные сточные воды мясокомбинатов, мясоптицекомбинатов и мясоперерабатывающих заводов характеризуются большим содержанием взвешенных веществ, из которых до 90% органических, большой концентрацией растворенных веществ, главным образом поваренной соли, значительным содержанием азота и жиров, высокой температурой (до 25—28°C) и слабощелочной реакцией.

Сточные воды мясных производств можно разделить на четыре вида: производственные зажиренные (цех убоя скота и

разделки туш, субпродуктовые и варочные отделения, колбасные и консервные цехи, цех технических фабрикатов и т. д.), производственные незажиренные (прочие цехи), условно чистые (холодильно-компрессорные установки, котельная, конденсаторы и т. п.), бытовые (души, столовые и прачечные). Количество сточных вод каждого вида зависит от технологических процессов и изменяется в значительных пределах: производственные зажиренные — 40—55% от общего количества, производственные незажиренные — 20—25, условно чистые — 12—20, бытовые — 9—12%.

Сточные воды предприятий мясной промышленности имеют высокую степень бактериальной обсемененности. Особую опасность представляют содержащиеся в них патогенные микроорганизмы: кишечная палочка, сибирская язва и др. Поэтому перед сбросом в водоемы или на земляные площадки сточные воды предприятий мясной промышленности необходимо подвергать механической и биологической очистке и обеззараживанию. В случае присоединения системы канализации предприятия к городскому коллектору сточные воды перед сбросом необходимо очистить от жира и животных отходов, для этой цели предусматриваются местные очистные сооружения.

Загрязненные сточные воды молочных производств образуются в результате производственных операций, связанных с мойкой технологического оборудования, тары, полов, от производственных прачечных. Эти сточные воды загрязнены продуктами распада молочных изделий (белок, молочный сахар, общий азот и т. п.), моющими средствами (кальцинированная и каустическая сода, соляная и серная кислоты и др.) и посторонними предметами (стекло, фольга и др.). Реакция свежей сточной воды чаще всего нейтральная или слабощелочная, но легко переходящая в кислую вследствие сбраживания молочного сахара. Цвет сточных вод мутный, беловатый или желтоватый. Сточные воды предприятий молочной промышленности в случае сброса их в водоемы без предварительной очистки оказывают вредное влияние на воду последнего. В результате биохимического окисления органических соединений, содержащихся в сточных водах, из водоема поглощается большое количество кислорода, в результате чего фауна и флора водоемов могут погибнуть.

Условно чистые воды молочных производств образуются в результате эксплуатации охладительно-пастеризационных установок, аммиачных и воздушных компрессоров, конденсаторов и т. п. Эту категорию сточных вод необходимо направлять после соответствующей обработки (охлаждения, очистки и т. п.) в системы оборотного или повторного водоснабжения предприятия. Сточные воды предприятий молочной промышленности можно

Требуемая производительность насоса

$$G = G_{1-2}; \quad G = 0,0006 \text{ м}^3/\text{с} = 2,16 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Подходит насос ЦВ-4,85, технические характеристики (см. приложение 7) которого следующие: $G = 14,4 \text{ м}^3/\text{ч}$; $p_n = 850 \text{ кПа}$; $n = 2900 \text{ об/мин}$; $N = 17,0 \text{ кВт}$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие требования предъявляют к качеству воды?
2. Каковы нормы расхода воды?
3. Как классифицируют водозаборные сооружения?
4. Какие применяют методы обработки воды?
5. Какие Вы знаете схемы водопроводных сетей?
6. Какие трубопроводы используют в системе водоснабжения?
7. Назовите основные функции производственного водоснабжения.
8. Сформулируйте правила эксплуатации систем водоснабжения.
9. Какую роль играет вычислительная техника в расчетах систем водоснабжения?
10. Для решения каких задач можно использовать ЭВМ?

Глава 9. СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

§ 81. ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИИ МЯСНОЙ И МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Предприятия мясной и молочной промышленности расходуют чистую воду, которая в процессе ее использования загрязняется различными примесями, в том числе и органическими. Органические вещества являются хорошей питательной средой для различного рода бактерий, вызывающих инфекционные заболевания. Поэтому для поддержания хорошего санитарного состояния помещений и территории предприятия необходимо немедленно удалять отбросы и сточные воды за пределы территории предприятия и населенного пункта.

Сточными называются воды, использованные на бытовые или производственные нужды и получившие при этом дополнительные примеси (загрязнения), изменившие их первоначальный химический состав или физические свойства, а также воды, стекающие с территории предприятия в результате выпадения атмосферных осадков.

Производственные сточные воды мясокомбинатов, мясоптицекомбинатов и мясоперерабатывающих заводов характеризуются большим содержанием взвешенных веществ, из которых до 90% органических, большой концентрацией растворенных веществ, главным образом поваренной соли, значительным содержанием азота и жиров, высокой температурой (до 25—28 °С) и слабощелочной реакцией.

Сточные воды мясных производств можно разделить на четыре вида: производственные зажиренные (цех убоя скота и

разделки туш, субпродуктовые и варочные отделения, колбасные и консервные цехи, цех технических фабrikатов и т. д.), производственные незажиренные (прочие цехи), условно чистые (холодильно-компрессорные установки, котельная, конденсаторы и т. п.), бытовые (души, столовые и прачечные). Количество сточных вод каждого вида зависит от технологических процессов и изменяется в значительных пределах: производственные зажиренные — 40—55% от общего количества, производственные незажиренные — 20—25, условно чистые — 12—20, бытовые — 9—12%.

Сточные воды предприятий мясной промышленности имеют высокую степень бактериальной обсемененности. Особую опасность представляют содержащиеся в них патогенные микроорганизмы: кишечная палочка, сибирская язва и др. Поэтому перед сбросом в водоемы или на земляные площадки сточные воды предприятий мясной промышленности необходимо подвергать механической и биологической очистке и обеззараживанию. В случае присоединения системы канализации предприятия к городскому коллектору сточные воды перед сбросом необходимо очистить от жира и животных отбросов, для этой цели предусматриваются местные очистные сооружения.

Загрязненные сточные воды молочных производств образуются в результате производственных операций, связанных с мойкой технологического оборудования, тары, полов, от производственных прачечных. Эти сточные воды загрязнены продуктами распада молочных изделий (белок, молочный сахар, общий азот и т. п.), моющими средствами (кальцинированная и каустическая сода, соляная и серная кислоты и др.) и посторонними предметами (стекло, фольга и пр.). Реакция свежей сточной воды чаще всего нейтральная или слабощелочная, но легко переходящая в кислую вследствие сбраживания молочного сахара. Цвет сточных вод мутный, беловатый или желтоватый. Сточные воды предприятий молочной промышленности в случае сброса их в водоемы без предварительной очистки оказывают вредное влияние на воду последнего. В результате биохимического окисления органических соединений, содержащихся в сточных водах, из водоема поглощается большое количество кислорода, в результате чего фауна и флора водоемов могут погибнуть.

Условно чистые воды молочных производств образуются в результате эксплуатации охладительно-пастеризационных установок, аммиачных и воздушных компрессоров, конденсаторов и т. п. Эту категорию сточных вод необходимо направлять после соответствующей обработки (охлаждения, очистки и т. п.) в системы оборотного или повторного водоснабжения предприятия. Сточные воды предприятий молочной промышленности можно

направлять в городскую канализацию без предварительной очистки, так как в них содержится незначительное количество жира и минеральных примесей.

§ 82. НОРМЫ И РЕЖИМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Основным показателем любой системы канализации, от которого зависят размеры очистных сооружений и общая стоимость их строительства, является объем отводимых сточных вод, который, в свою очередь, зависит от количества потребляемой воды в технологическом процессе и от способа водопользования на данном производстве. Для предприятий мясной и молочной промышленности водоотведение составляет 85—95% водопотребления, так как часть чистой воды теряется на утечки, испарение, полив территории, а также является составной частью продукции.

На мясокомбинатах и молочных заводах водоотведение осуществляется неравномерно вследствие залпового выпуска отработавшей воды из резервуаров, ванн или машин, а также специфики технологических процессов. Поэтому при проектировании системы канализации необходимо учитывать коэффициент неравномерности водоотведения.

Нормы отведения сточных вод* на предприятиях мясной и молочной промышленности приведены в приложении 8.

Кроме коэффициента часовой неравномерности, существует и коэффициент суточной неравномерности притока сточных вод, который характеризует неравномерность поступления стоков по часам в течение суток. Летом при трех- и двухсменной работе коэффициент равен 2,5; зимой при односменной работе — 1,5.

На практике для определения диаметров канализационных трубопроводов необходимо знать расчетные расходы производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Расчетный расход производственных сточных вод $Q_{пр}$ в ($\text{м}^3/\text{ч}$) можно определить по формуле

$$Q_{пр} = qMK_{ч},$$

где q — норма производственного водоотведения, $\text{м}^3/\text{т}$; M — производительность предприятия, $\text{т}/\text{ч}$; $K_{ч}$ — коэффициент часовой неравномерности притока сточных вод.

В канализацию предприятия, кроме производственных сточных вод, сбрасывают и хозяйственно-бытовые сточные воды, норма отведения которых от санитарных приборов приведена в табл. 12.

* *Норма отведения производственных сточных вод* — среднее количество сточных вод (в м^3), которое образуется при изготовлении единицы продукции или при переработке единицы сырья.

12. Нормы отведения хозяйственно-бытовых сточных вод

Санитарные приборы	q , л/с	Эквивалент санитарных приборов*	Диаметр водного трубопровода, мм	Наименьший уклон отводного трубопровода
Раковины	0,33	1	50	0,025
Мойки:				
на одно отделение	0,67	2	50	0,025
на два отделения	1	3	50	0,025
Унитазы	1,5	4,5	100	0,02
Писсуары настенные с кранами	0,05	0,15	50	0,02
Умывальники:				
одиночные	0,07	0,2	40—50	0,02
круглые групповые на 8—10 мест	0,7	2	50	0,025
Души	0,2	0,6	50	0,025

* В качестве эквивалента принят расход сточных вод 0,33 л/с от раковины; все остальные приборы приведены к этому эквиваленту.

Расчетный расход хозяйственно-бытовых стоков Q_x (в л/с) рассчитываем следующим образом:

$$Q_x = \sum qna,$$

где q — норма хозяйственно-бытового водоотведения от одного санитарного прибора (л/с); n — число однотипных приборов; a — коэффициент, учитывающий одновременность действия санитарных приборов (для раковин и моек $a=0,5$; душевых сеток и умывальников — 1; унитазов — 0,3; писсуаров — 0,7—1).

Простое суммирование расчетных расходов производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод не позволяет точно рассчитать канализационные трубопроводы. Для получения истинного значения максимального количества сточных вод на предприятиях строят суточные графики водоотведения. По максимальному расходу сточных вод рассчитывают систему канализации.

§ 83. УСЛОВИЯ СПУСКА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

Вода любого водоема содержит кислород, который может минерализовать некоторое количество внесенных в воду органических веществ. Способность водоема окислять органические вещества называется *самоочищением*.

Для определения степени очистки сточной жидкости перед выпуском ее в водоем необходимо знать:

расходы воды в реке и сбрасываемой жидкости;
потребление растворенного кислорода смесью сбрасываемой жидкости и воды водоема;

допускаемую величину БПК_{полн} смеси воды водоема и сточных вод;

pH водоема после смешивания; допустимую величину взвешенных и токсичных веществ и другое.

В зависимости от назначения водоемы подразделяют на три вида:

для питьевого водоснабжения;

для культурно-бытового водопользования (купание, спорт, и пр.);

для рыбохозяйственных целей.

Условия сбрасывания сточных вод в водоемы строго регламентированы существующими нормами и правилами. Количество растворенного кислорода в воде водоема после смешивания ее со сточными водами должно быть не ниже 4 мг на литр, БПК₂₀ для водоемов первого типа не более 3 мг/л и второго — не более 6 мг/л. Водородный показатель (pH) воды после смешивания ее со сточными водами должен быть в пределах 6,5—8,5.

Вода в водоемах не должна загрязняться взвешенными веществами, и их содержание после сбрасывания сточных вод не должно увеличиваться больше чем на 0,25 мг/л для водоемов первого вида и на 0,75 мг/л второго вида. В водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, содержание растворенного кислорода зимой не должно быть ниже 4—6 мг/л.

Не следует, однако, преувеличивать возможностей водоема, в частности рек, в отношении приема больших объемов сточных вод даже в том случае, если кислородный баланс позволяет осуществить такой сброс без окончательной их очистки.

В настоящее время большинство крупных рек загрязнено сточными водами, и поэтому самоочищающие способности рек сильно ограничены. Условия спуска сточных вод в водоемы в СССР строго регламентированы Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами и Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей, которыми сброс сточных вод в закрытые водоемы (озера, пруды) без предварительной очистки запрещен.

§ 84. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ

Системой канализации называют комплекс оборудования, сетей и сооружений, предназначенный для организованного приема и удаления по трубопроводам за пределы территории промышленного предприятия или населенного пункта загрязненных сточных вод, а также их очистки и обеззараживания перед утилизацией или сбросом в водоем.

Предприятия мясной или молочной промышленности в основном оборудуют двумя системами канализации — общесплавной и полной раздельной.

Общесплавная система предусматривает отвод за пределы промышленного предприятия сточных вод всех трех категорий (производственных, бытовых и ливневых) по одной сети подземных трубопроводов (коллекторов).

Полная раздельная система представляет собой две подземные сети трубопроводов. Первая сеть предназначена для отвода (сплава) наиболее загрязненных сточных вод (бытовых и производственных), вторая — для отвода ливневых и условно чистых вод, как правило, менее загрязненных, непосредственно в водоем, минуя очистные сооружения.

В санитарно-гигиеническом отношении наиболее приемлемой является общесплавная система канализации, которая обеспечивает очистку всех сточных вод. Однако с экономической точки зрения полная раздельная система канализации имеет преимущество перед общесплавной в том отношении, что требует меньшего сечения трубопроводов и меньшее количество сточных вод, пропускаемых через очистные сооружения. В результате затраты на строительство и эксплуатацию очистных сооружений значительно сокращаются. На крупных предприятиях целесообразно устраивать полные раздельные системы, на мелких — общесплавные.

На крупных мясокомбинатах применяют систему канализации, состоящую из трех сетей: для отвода загрязненных производственных сточных вод, не содержащих жир, и хозяйственно-фекальных вод; для отвода зажиренных сточных вод и для отвода условно чистых и атмосферных вод (рис. 97).

На крупных молокоперерабатывающих предприятиях устраивают систему канализации, как правило, из двух сетей; для загрязненных и бытовых вод, для условно чистых и ливневых вод.

Довольно часто предприятия, находящиеся в крупных городах, сбрасывают сточные воды в городские канализационные сети, при этом сточные воды проходят предварительную очист-

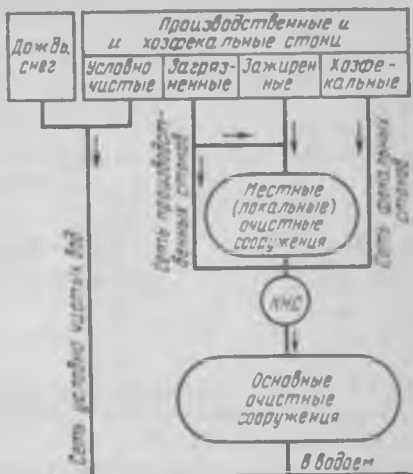


Рис. 97. Схема раздельной канализационной системы

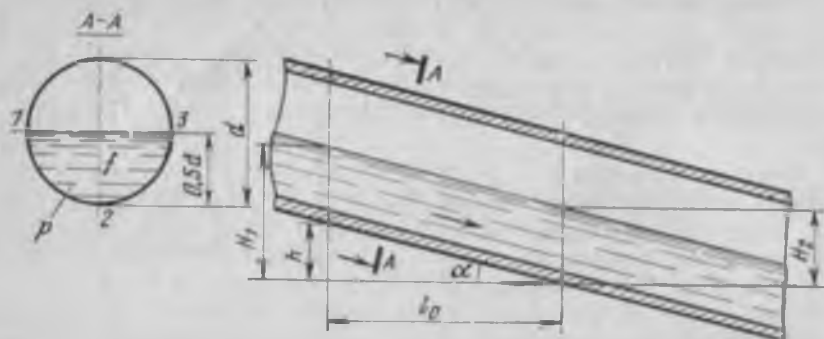


Рис. 98. Сечение канализационной трубы:

l — живое сечение потока, м^2 ; P — смоченный периметр (линии 1, 2, 3), м

ку на местных (локальных) очистных сооружениях от навоза, жира, битого стекла и т. п.

Иногда мусор и сухие отходы перед спуском в систему канализации измельчают на дробилках. Если дробилок нет, то твердые отходы производства и мусор собирают в мусоросборники и вывозят специальным транспортом в установленные места.

§ 85. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

В зависимости от удельного веса загрязнения могут быть осаждающимися, взвешенными или всплывающими. Осаждающиеся вещества опускаются на дно потока, движутся беспорядочно возле дна трубопровода, а также передвигаются по дну, подобно дюнам. Взвешенные вещества распределяются по всему сечению потока. Всплывающие загрязнения движутся вместе с потоками сточных вод на поверхности.

Канализационные сети, в которых все загрязнения транспортируются вместе с потоком и не выпадают в осадок, работают нормально. Движение сточных вод во всех системах канализации полностью или частично происходит самотеком благодаря тому, что трубам при монтаже придается некоторый геометрический уклон J , зависящий от разности между значениями потенциальной энергии в начале H_1 и конце H_2 участка канализационного трубопровода h , горизонтальной проекции трубопровода l_0 и тангенса угла наклона трубопровода α , т. е.

$$J = h/l_0 = \text{tg } \alpha.$$

Такое движение называется безнапорным (рис. 98). При безнапорном движении сечение трубопровода заполняется частично и в нем образуется свободная поверхность сточной жидкости.

13. Параметры трубопроводов, обеспечивающие минимальную скорость движения сточных вод

Диаметр, мм	Наименьший допустимый уклон трубопровода	Диаметр, мм	Наименьший допустимый уклон трубопровода
<i>Внутренняя канализация</i>		<i>Наружная канализация</i>	
50	0,025	400	0,0025
100	0,012	500	0,002
150	0,007	600	0,0016
200	0,005	700	0,0014
300	0,0033		

Частичное заполнение сечения трубопровода в канализационной сети имеет положительное значение, так как дает возможность осуществлять вентиляцию этой сети и иметь резерв сечения трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов канализационной сети сводится к подбору таких диаметров труб и определению геометрических уклонов, при которых скорости движения сточных вод будут самоочищающимися.

Уклон, а также диаметр трубопровода должны обеспечивать минимальные скорости движения сточных вод, при которых не выпадает осадок на дно трубопровода. Наименьшие допустимые геометрические уклоны, обеспечивающие самоочищающиеся скорости, приведены в табл. 13.

Наибольший уклон отводных трубопроводов канализационной линии не должен превышать 0,15, за исключением коротких участков 1,5 м.

Значения самоочищающихся скоростей зависят от стойкости материалов труб к истиранию, например, пределом для неметаллических труб является скорость 4 м/с, а для металлических — 8 м/с.

Кроме самоочищающейся скорости, существует также фактическая скорость движения сточной воды v (в м/с) в заданном трубопроводе. Ее можно определить по формуле Шези:

$$v = c \sqrt{R \cdot J}, \quad (12)$$

где c — коэффициент, учитывающий шероховатость стенок труб, размеры и форму сечения потока сточных вод; R — гидравлический радиус, м; J — геометрический уклон трубопровода.

Величину c можно найти по таблицам или вычислить, зная коэффициент шероховатости n , по формуле академика Н. Н.

Павловского: $c = R^{\frac{1}{6}} / n$.

Коэффициент шероховатости зависит от материала труб: для стальных труб $n=0,012$; для асбестоцементных, чугунных и керамических труб — $0,013$; для железобетонных и бетонных труб — $0,014$.

Гидравлический радиус определяют отношением площади живого сечения потока к смоченному периметру трубы P , т. е. $R=f/P$.

Для трубопроводов круглого поперечного сечения гидравлический радиус $R=d/4$ при половинном заполнении сточной водой сечения трубы.

Для определения диаметра труб можно воспользоваться формулой расхода сточных вод Q (в $\text{м}^3/\text{с}$) для равномерного движения потока:

$$Q = f \cdot v, \quad (13)$$

где f — площадь живого сечения потока, м^2 ; v — скорость потока сточных вод, $\text{м}/\text{с}$.

Строго говоря, движение сточных вод по трубам канализационной сети неравномерно, более того, оно является неустановившимся. Неравномерность потока объясняется боковыми присоединениями трубопроводов, изменением геометрических уклонов отдельных участков сети, изменением шероховатости, различными местными сопротивлениями. В связи с этим расчет диаметров труб осложняется, и поэтому в практике его ведут по уравнениям равномерного движения.

Площадь живого сечения потока определяют с учетом расчетного наполнения труб. Например, если степень наполнения составляет $0,5 d$, то площадь сечения потока $S=\pi d^2/8$, а расчетная формула для определения диаметра d (в м) примет вид

$$d = \sqrt[3]{8Q/\pi v}. \quad (14)$$

При гидравлическом расчете схему трубопровода разбивают на расчетные участки, ограниченные двумя последовательно расположенными водоприемниками. Для удобства эксплуатации наружной канализационной сети диаметр труб принимают не менее 200 мм .

§ 86. ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

Внутренняя канализационная сеть представляет собой комплекс устройств, обеспечивающих отвод сточных вод от мест их образования в сеть наружной канализации. Различают следующие системы внутренней канализации: хозяйственно-бытовые, отводящие бытовые сточные воды от санитарных приборов (умывальников, унитазов, душей и др.); производственные, по которым отводятся сточные воды, содержащие жир; производ-

ственные для отвода сточных вод, не содержащих жира; производственные для отвода условно чистых вод; дождевые (внутренние водостоки), по которым отводятся атмосферные осадки с крыш зданий.

На мясокомбинатах сооружают отдельные системы внутренней канализации, на молочных заводах допускается объединение систем внутренней канализации для всех категорий сточных вод в единую общесплавную систему.

Внутренняя канализация начинается с водоприемников и заканчивается у первого колодца дворовой сети, расположенного на расстоянии не менее 3 м от здания, но не более 10 м. Далее сточные воды попадают в дворовую наружную канализационную сеть, по ней в городскую канализацию или на очистные сооружения.

Схема внутренней канализации бытовых и производственных помещений показана на рис. 99. В состав внутренней канализации входят приемники сточных вод, гидравлические затворы, отводные магистральные трубы и стояки с вытяжными трубами и ревизиями, выпуски в дворовую сеть.

В качестве приемников производственных сточных вод служат трапы, сливы, воронки и спускные трубы. Хозяйственно-фе-

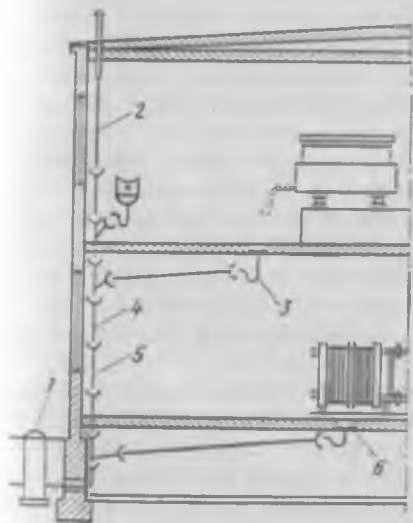


Рис. 99. Схема канализации:
1 — смотровой колодец; 2 — вытяжной стояк; 3 — гидравлический затвор; 4 — канализационный сгон; 5 — ревизия; 6 — трап

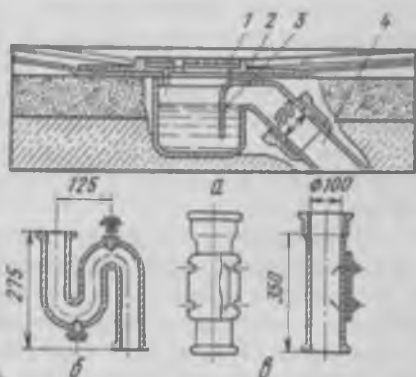


Рис. 100. Детали канализационной сети:

а — схема установки трапа: 1 — решетка; 2 — крышка с фланцем; 3 — гидравлический затвор; 4 — выпуск; б — сифон; в — ревизия с крышкой

кальные воды отводятся через умывальники, мойки, унитазы, писсуары, биде, души.

Материалы, применяемые для изготовления приемников сточных вод, должны быть водонепроницаемые, прочные и стойкие против кислот и щелочей. Приемники сточных вод изготовляют из фаянса, чугуна, литой стали, цветных металлов и пластмасс.

Трапы устанавливают в полах производственных помещений из расчета 150—200 м² (в зависимости от диаметра трапа) площади пола на один трап. При размещении трапов необходимо следить за тем, чтобы они и подвесные трубы не располагались под машинами и аппаратами для обработки пищевых продуктов, а также над рабочими местами в помещениях нижних этажей зданий. Схема установки трапа показана на рис. 100, а.

После каждого приемника сточных вод обязательно устанавливают гидравлические затворы (сифоны). В каналах сифонов всегда остается некоторый объем воды, предотвращающий проникновение в помещение канализационных газов (метана, аммиака, сероводорода и др.). Гидравлические затворы можно устанавливать отдельно от приемника сточных вод или совместно с ним (рис. 100, б).

В качестве магистральных труб внутренней канализации применяют чугунные канализационные, чугунные водопроводные, керамические, бетонные, асбоцементные и реже стеклянные, пластмассовые и стальные трубы. Материал труб выбирают с учетом химического состава и температуры сточных вод, требований к прочности труб и экономической целесообразности.

Например, асбоцементные безнапорные трубы, изготавливаемые диаметром 100—150 мм и длиной 2—3 м, используют для устройства сети внутренней бытовой и производственной канализации, для отвода слабокислых и слабощелочных сточных вод. Асбоцементные трубы соединяются цилиндрическими муфтами (из того же материала) с резиновым кольцевым уплотнителем или с помощью чугунных и асбоцементных фасонных частей.

Отводные трубы в сетях внутренней канализации служат для отвода сточной жидкости от приемников к стоякам. Их прокладывают с уклоном $i=0,03$ по полу, стенам или под потолком. Стояки необходимы для подачи сточных вод от отводных труб к выпускам. Их устанавливают вертикально по всей высоте зданий (как правило, раструбами вверх) и по возможности ближе к приемникам наиболее загрязненной сточной жидкости. Минимальный диаметр стояка 100 мм. Верхняя часть стояка (см. рис. 99) служит для удаления из внутренней и наружной канализационных сетей вредных и взрывоопасных газов. Венти-

Рис. 101. Пропуск трубы выпуска через фундамент здания:

1 — мятая глина; 2 — просмоленная прядь;
3 — цементный раствор

ляция стояка осуществляется с помощью вытяжных труб естественным путем под действием притока воздуха, поступающего через колодцы наружной канализации. Разность температур воздуха в системе канализации создает условия для тяги.

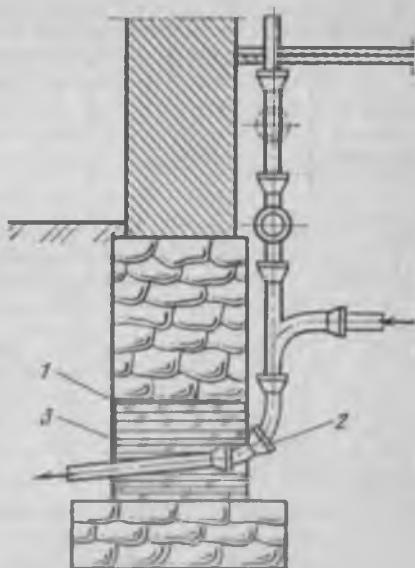
Для обеспечения надежной и бесперебойной работы сети внутренней канализации имеются ревизии и прочистки (рис. 100, а). На стояках ревизии устанавливают не реже чем через три этажа и, как правило, в верхнем и нижнем этажах и выше отступов. При поворотах горизонтальных участков трубопроводов (свыше 30°), кроме ревизии, можно устанавливать прочистку.

Выпуски предназначены для отвода сточной жидкости из отдельных стояков или их группы за пределы здания в дворовую канализационную систему (рис. 101). Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Его длина от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна составлять при диаметре труб 50 мм не более 6 м, при диаметре 100 мм — 7,5, а при диаметре 150 мм более — 10 м. Выпуски присоединяют к наружной сети под углом не менее 90° с уклоном $i=0,025-0,03$.

Расчет внутренней канализации сводится к определению числа санитарных приборов, количества трапов, расходов сточных вод, диаметров и уклона канализационных трубопроводов. При этом количество производственных водоприемников зависит от требования технологического процесса.

Количество санитарных приборов и рекомендуемый состав бытовых помещений предприятий мясной и молочной промышленности зависят от санитарной характеристики производственных процессов (СН 245—71) и числа работающих людей в смену (табл. 14).

Так, для групп производственных процессов II-а, II-в, II-ж и IV принимают один кран в умывальной на 20 человек, а для группы III-б один кран на 10 человек. Число унитазов принимают



14. Рекомендуемый состав бытовых помещений в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Отделения, цехи	Состав бытовых помещений	
			общих	специальных
II-а	Выделение кон-вективного тепла	Термическое, сушильное отделения	Гардероб, умывальная, душевая	Душевая
II-в	Влаговыделение	Моечные отделения	То же	Сушилка
II-ж	Температура на рабочих местах ниже 10 °С	Холодильники, закалочные камеры	То же	Помещение для обогрева рабочих
III-б	Обработка инфицирующих материалов	Цех технических фабрик	Пропускник с гардеробной, душевая, умывальная	Дезинфекционная камера для рабочей одежды
IV	Процессы переработки пищевых продуктов, требующих особого санитарного надзора	Отделения пищевого производства мясокombинатов и молочных заводов	То же	Здравпункт или комната медицинского осмотра

ется из расчета один унитаз на 20 женщин или на 15 мужчин.

Душевые располагают в помещениях, смежных с гардеробными. Количество душевых сеток определяют по наиболее многочисленной смене из расчета 5 человек на сетку для II-а, IV. Время работы душевой принимается 45 минут после каждой смены.

Определив число необходимых водоприемников, составляют изометрическую схему внутренних трубопроводов, указывая расположение санитарных приборов, и определяют расчетные расходы сточных вод по отдельным участкам в соответствии с нормами водоотведения. Расчетные расходы производственных сточных вод устанавливают по данным приложения 8, а также в соответствии с требованиями технологических процессов.

Диаметры и уклоны трубопроводов, отводящие сточные воды от санитарных приборов, принимают по данным табл. 12 в зависимости от назначения и числа приборов.

§ 87. УСЛОВИЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ К ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

При расположении промышленных предприятий в городах или вблизи них производственные сточные воды этих предприятий могут сбрасываться в городскую канализацию. Совместная

очистка производственных и городских сточных вод экономически целесообразна, но не всегда возможна. Выпуск производственных стоков в городские канализационные коллекторы разрешается только в тех случаях, когда это не нарушает работы сети и очистных сооружений.

При этом производственные сточные воды должны удовлетворять следующим требованиям:

- они не должны содержать взвешенных примесей и веществ, которые могут отлагаться на дне и стенках труб;

- не должны вызывать коррозии материала труб и очистных сооружений;

- не должны содержать горючих примесей и растворенных газообразных веществ, могущих образовать взрывоопасную смесь;

- их температура при выпуске не должна быть выше 40 °С.

Наиболее вредными примесями для работы коллекторов являются жиры и минеральные вещества (песок, шлак, глина и т. п.). Особенностью работы канализационных трубопроводов является то, что скорость течения жидкости по сечению трубы не одинакова, а уменьшается от центральной части к периферии, достигая практически нулевого значения у стенок трубы. В результате тяжелые примеси сточных вод образуют на дне трубы осадок, а жировые вещества откладываются на стенках. Это может привести к снижению пропускной способности, а иногда и закупорке труб. Очистка же коллекторов от жирового слоя требует больших затрат и специальных приспособлений.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, нарушающих нормальный процесс биологической очистки бытовых и производственных сточных вод, должны определяться по СНиП. Концентрация водородных ионов рН должна быть в пределах 6,5—8,5; температура смеси от 6 до 30 °С.

В связи с высокой степенью загрязненности сточных вод на мясокомбинатах устраивают локальные очистные сооружения, независимо от того, выпускают ли они свои стоки на собственные очистные сооружения или в городской коллектор.

Сточные воды предприятий молочной промышленности можно направлять в городскую канализацию без предварительной очистки на местных очистных сооружениях.

§ 88. НАРУЖНАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

Наружная канализация представляет собой комплекс инженерных сооружений, служащих для приема сточных вод от внутренней канализационной сети, локальную очистку (при необходимости) и транспортирование их к очистным сооружениям, если сброс сточных вод не осуществляется в городской канализационный коллектор. В состав наружной канализации входят

та и временную нагрузку от движущегося транспорта, быть водонепроницаемыми, не подвергаться действию коррозии как с внутренней, так и с наружной стороны, иметь гладкую внутреннюю поверхность, быть дешевыми.

Этим требованиям в основном удовлетворяют керамические, бетонные, железобетонные и асбестоцементные трубы. Для напорных канализационных линий применяют главным образом чугунные, стальные и железобетонные трубы.

Керамические трубы изготавливают из пластичной огнеупорной глины с примесью шамота и кварцевого песка и покрывают внутри и снаружи глазурью. Вследствие непроницаемости, долговечности и стойкости против агрессивного действия грунтовых и сточных вод керамические трубы получили наибольшее распространение. Они бывают раструбными внутренним диаметром от 125 до 600 мм и длиной от 800 до 1200 мм. У раструба внутреннюю, а у конца трубы наружную поверхности выполняют рифлеными, что способствует лучшему соединению труб. При заделке стыков кольцеобразное пространство между раструбами и трубой плотно законопачивают просмоленной пеньковой прядью на половину длины раструба, а оставшуюся полость заделывают асбестоцементной смесью. В отдельных случаях для заделки стыков используются асфальт, битум, глина. Так же заделываются раструбные железобетонные и бетонные трубы.

Бетонные и железобетонные трубы могут быть напорными и безнапорными, раструбными и с гладкими концами. В самотечных канализационных линиях применяют бетонные трубы с диаметром 200+600 мм и железобетонные диаметром 300+2500 мм.

Для канализационных сетей наибольшую ценность представляют бетонные трубы, изготовленные центробежным способом, так как стенки при этом получают более плотными и гладкими. Соединения бетонных и железобетонных безнапорных труб бывают муфтовыми и фальцевыми (рис. 103).

Асбестоцементные трубы применяют как для самотечных, так и для напорных наружных сетей канализации. Безнапорные канализационные асбестоцементные трубы изготавливают диаметром 50—600 мм и длиной 2,5—4,0 м.

Наружную канализационную сеть устраивают, как правило, подземной и лишь в некоторых случаях, наземной. Стоимость сооружения подземных канализационных сетей во многом зависит от глубины заложения труб.

Глубина заложения труб должна быть такой, чтобы в зимний период вода в трубах не замерзала, а сами трубы не подвергались разрушению от поверхностных вертикальных нагрузок.

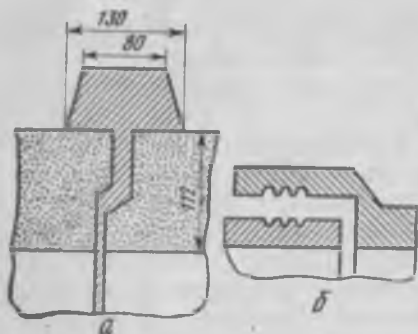
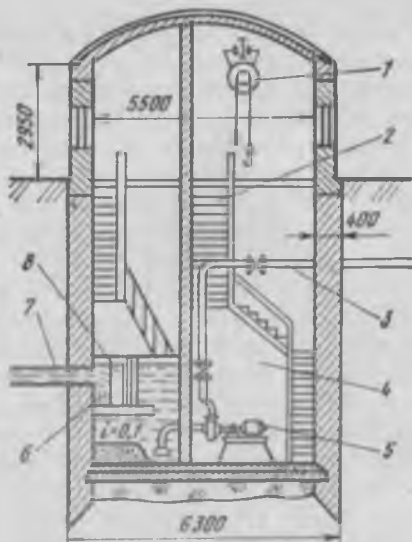


Рис. 103. Соединение канализационных трубопроводов:

a — железобетонных; *б* — керамических

Рис. 104. Канализационная насосная станция:

1 — электротельфер; 2 — лестница; 3 — напорный трубопровод; 4 — машинное отделение; 5 — фекальный насос; 6 — приемный резервуар; 7 — самотечный коллектор; 8 — решетка



Минимальная глубина заложения канализационных труб без утепления должна быть не менее 0,7 м от верха трубы. Максимальная глубина заложения может достигнуть 5—8 м. Если по условиям рельефа местности заложение труб получается более 8 м, то на трассе трубопровода устраивают насосную станцию перекачки.

Канализационные насосные станции служат для подъема сточных вод на более высокие отметки и перекачивания их на очистные сооружения. На рис. 104 показана канализационная станция, оборудованная насосом типа НФ. Насосы устанавливают под залив. Помещение станции заглублено в грунт и в плане чаще всего представляется круглым, разделенным на два помещения: приемный резервуар и машинное отделение. Между ними имеется водонепроницаемая перегородка. Всасывающие трубопроводы насосов пронизывают перегородку и подводятся к приемке в приемном резервуаре, из которого происходит забор сточной воды. Минимальная емкость приемного резервуара принимается равной пяти-десятиминутному максимальному притоку сточной воды.

Дно приемного резервуара устраивают на 1,5—2 м ниже отметки лотка подводящего коллектора с уклоном в сторону приемка. Для улавливания крупных отбросов устанавливают решетки, удаление задержанных отбросов, как правило, осуществляется механическим путем.

Режим работы канализационной насосной станции зависит от неравномерности притока сточных вод. Для приближения графика откачки сточной воды фекальными насосами к графику отведения сточных вод и уменьшения емкости приемного резервуара применяют ступенчатую откачку сточной воды. При этом способе в разные часы суток согласно графику водоотведения предприятия включается разное количество насосов для параллельной работы. Управление работой насосов автоматическое: в зависимости от уровня жидкости в приемном резервуаре при помощи датчиков включаются или выключаются фекальные насосы.

Для бесперебойной работы насосной станции, кроме рабочих, необходимо предусматривать установку резервных насосов: одного — при количестве рабочих насосов до двух; двух — при количестве рабочих насосов от трех и более.

Во избежание затопления при авариях приемный резервуар насосной станции должен иметь аварийный выпуск, через который сточные воды сбрасываются в естественный водоем или овраг. Место аварийного сброса сточных вод согласовывается с местными органами Госсанинспекции. Помещения приемного резервуара и машинного отделения должны иметь принудительную приточно-вытяжную вентиляцию с кратностью воздухообмена не менее 5.

На канализационных насосных станциях применяют горизонтальные и вертикальные фекальные насосы типа НФ. Особенностью таких насосов является малая способность к засорению, что достигается устройством широких проточных каналов и малым числом лопастей рабочего колеса.

Фекальный горизонтальный насос типа НФ относится к классу центробежных, одноступенчатых консольного типа с рабочим колесом одностороннего хода. Корпус у таких насосов имеет люки для прочистки рабочего колеса и полости насоса. Фекальные насосы следует подбирать по заводским характеристикам так, чтобы рабочая точка при эксплуатации насоса давала оптимальные параметры выбранного насоса или близкие к ним.

Иногда канализационные насосы станции оборудуют насосами вертикального исполнения типа НФ-ВМ. Всасывающий патрубок насоса расположен внизу. Вертикальный вал имеет верхнюю и нижнюю опоры, заключен в трубу, которая фланцами соединена с верхней опорой и корпусом насоса. В верхней части устанавливают фланцевый электродвигатель с вертикальным валом.

Следует отметить, что вертикальные насосы по сравнению с горизонтальными занимают меньше площади, позволяют совместить насосную станцию с приемным резервуаром, более удобным в эксплуатации.

15. Основные характеристики фекальных насосов

Марка насоса	Производительность, м ³ /ч	Давление, кПа	Скорость вращения рабочего колеса насоса, об/мин	КПД	Мощность электродвигателя, кВт
2,5 НФ*	36	100	1450	0,43	2,3
	72	470	2940	0,60	15,4
4НФ	180	220	1500	0,56	20,0
6НФ	360	220	960	0,63	36,0
2НФ-ВМ	54	20	1450	0,66	7,0
4ФВ-5м	125	60	1450	0,65	40,0

* Насосы 2,5 НФ на предприятиях мясной промышленности не используют.

В табл. 15 приведены основные характеристики насосов, поставляемых комплектно с электродвигателями.

Работа насосов в канализационных станциях перекачки автоматизирована. В зависимости от уровня сточных вод в приемном резервуаре включается в работу фекальный насос, при достижении верхнего аварийного уровня включается в работу резервный агрегат. Для автоматизации работы насосов целесообразно использовать электрическую схему с электродами, устанавливаемыми в приемном резервуаре на разных уровнях.

§ 89. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ

Эксплуатацией внутренних и наружных сетей канализации на предприятиях занимается специальный персонал, который обеспечивается соответствующим инструментом, механизмами, инвентарем, материалами и транспортом. Этот персонал следит также за эксплуатацией водопроводных систем.

В состав работ по технической эксплуатации канализационных сетей входят: наблюдение за работой самотечной сети и напорными водоводами, профилактическая прочистка и промывка сети; устранение засорений и ликвидация аварий, текущий и капитальный ремонт, контроль за новым строительством и участие в приемке сооружений, лабораторный контроль сточных вод и ведение технической документации.

Эксплуатация внутренней канализации заключается в систематических осмотрах, проверке технического состояния всех элементов системы для своевременного выявления неисправности и их устранения. Профилактические промывки и прочистки сети и устранение засорений трубопроводов осуществляются с помощью ревизий и прочисток с пробками, которые монтируются на трубах. Трапы регулярно прочищают и дезинфицируют 5%-ным раствором хлорной извести.

При эксплуатации проверяют герметичность стыков канализационных трубопроводов, особенно стояков и подводов к ним. В случае появления течи принимают меры к устранению.

Местные (цеховые) очистные сооружения должны находиться под постоянным контролем и наблюдением. Их следует периодически ремонтировать, прочищать, промывать и дезинфицировать.

Эксплуатационный персонал предприятия наблюдает за дворовой наружной канализацией и местными очистными сооружениями. В том случае, если предприятия сбрасывают сточные воды в городской канализационный коллектор, то обслуживанием последующих сетей (напорные и самотечные коллекторы) занимается технический персонал специальных управлений, которые находятся в ведении городских Советов.

Дворовую сеть периодически осматривают. Различают два вида осмотров канализационной сети: наружный (поверхностный) и технический (глубокий).

Наружный осмотр (без спуска в колодцы) осуществляет бригада обходчиков из двух человек, в том числе мастера или старшего рабочего по графику, составленному руководством предприятия, но не реже одного раза в месяц. Небольшие дефекты устраняет сама бригада. О более серьезных дефектах бригадир сообщает руководящему техническому персоналу для принятия мер.

Технический осмотр, т. е. более глубокое и тщательное обследование состояния канализационной сети, проводят два раза в год, обычно весной и осенью, бригадой в составе трех человек — мастера и двух рабочих. При техническом осмотре дополнительно производится тщательное внутреннее обследование смотровых колодцев в целях выявления всех дефектов в кладке стен, колодцев и лотков, в трубах отмечается наличие осадков в лотках колодцев. После осмотра составляют дефектную ведомость и другие технические документы на производство текущего и капитальных ремонтов.

Во избежание засорения труб и каналов отложениями осадков необходимо регулярно проводить профилактическую прочистку канализационной сети. Трубопроводы диаметром до 600 мм включительно обычно прочищают 1 раз в год, при неблагоприятных условиях работы в сети 2—3 раза в год и чаще, исходя из опыта эксплуатации.

Прочистка сети бывает профилактической и аварийной.

Профилактическая прочистка сети делится на механическую и гидравлическую. Механическую прочистку сети выполняют щетками, скребками и другими приспособлениями, которые разрыхляют скопившийся в трубопроводах осадок и транспортируют его от верхнего колодца к нижнему.

16. Размер (диаметр) приспособлений для прочистки трубопроводов, мм

Трубопровод	Шар	Трос	Грузоподъемность лебедки, кг
150—300	135—270	5—6	250
350—450	315—405	8—10	До 500
500—600	450—540	10—12	До 500

Наибольшее распространение получила гидравлическая прочистка труб диаметром до 700 мм с помощью надувных резиновых шаров (мячей). Шар представляет собой обычную надувную камеру, заключенную в прочную оболочку из брезента или прорезиненной ткани. Мяч с оболочкой заключается в кардас, к которому приделывают серьги пространственного шарнира для укрепления тросов от лебедки. В устье трубопроводов из верхнего колодца засоренного участка вводят мяч, диаметр которого должен быть несколько меньше диаметра очищаемого коллектора. С уменьшением живого сечения трубы свободное течение сточной воды уже почти прекращается, а уровень его в колодце поднимается. Под давлением образовавшегося подпора воды мяч продвигается по трубопроводу, при этом между плавающим мячом и лотком трубы остается узкий зазор, в который с большой скоростью устремляется вода, размывая накопившийся внизу трубы осадок. Взмученный и размытый осадок перемещается по мере продвижения мяча к нижнему колодцу, где специальными совками его улавливают и поднимают наверх.

Иногда при трудноразмываемом осадке мяч продвигают с помощью двух лебедок, располагаемых на противоположных концах очищаемого участка. В случае заклинивания шара, что бывает исключительно редко, его необходимо проколоть специальной пикой на специальном гибком проводе.

В состав бригады по прочистке канализационных трубопроводов входят мастер и трое рабочих. Один рабочий регулирует продвижение шара, два занимаются выемкой осадка, мастер руководит работой.

В таблице 16 приведены рекомендуемые диаметры шаров, тросов, грузоподъемность лебедок для прочистки канализационных сетей.

Канализационную сеть диаметром более 700 мм очищают деревянными или металлическими цилиндрами. Цилиндр представляет собой полый бочонок диаметром на 200—300 мм меньше диаметра коллектора и длиной 400—500 мм.

Аварийную прочистку выполняют в том случае, когда большое скопление осадков в канализационном трубопрово-

де может частично или полностью закупорить сеть. Такого рода аварии необходимо ликвидировать в кратчайшие сроки, так как закупорка сети может вызвать излив сточной воды через люки смотровых колодцев и подтопление подвалов и производственных помещений, находящихся ниже нулевой отметки, что совершенно недопустимо. В зависимости от местных условий и степени засорения трубопроводы чистят пробивкой (прочисткой) проволокой, подмывом водой и пробивкой штангами.

Пробивку проволокой применяют при диаметре трубопроводов до 250 мм. В заполненный водой верхний колодец засоренного участка опускают стальную трубу с загнутым концом, который направляется в засоренную трубу. Через стальную трубу пропускают стальную проволоку диаметром 8—10 мм с наконечником, которым и пробивают засорение.

Если проволокой не удастся протолкнуть загрязнение, то подмывают их водой из сухого колодца, расположенного ниже по течению воды. Подмыв проводится в трубах диаметром более 300 мм, если и это не дает эффекта, то засор удаляют штангами. Штанги состоят из труб диаметром 13—19 мм и длиной 0,9—0,7 м. К первой штанге привинчивают наконечник (бур, кольцо, пику, шар) и привязывают стальной трос диаметром 6—9 мм. Штангу вводят в трубопровод. Если наконечник не достигает места засорения, к штанге последовательно привертывают дополнительные штанги с тросом, перекинутым через блок. Засор можно пробивать вручную, но при значительной длине засоренного участка трубопровода ручной способ пробивки не дает положительных результатов. В этом случае штанги подтапливают с помощью лебедки, установленной над колодцем.

Иногда пробивку засоров штангами сочетают с подмывом водой.

Если всеми перечисленными способами не удастся ликвидировать засор, то трубы раскапывают и перекладывают сеть. При этом необходимо обеспечить действие канализации на расположенных выше участках путем перекачки сточных вод в обход ремонтируемого участка.

§ 90. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ И КОЛИЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД, ОТВОДИМЫХ С ПРЕДПРИЯТИЯ

При проектировании и эксплуатации систем канализации промышленных предприятий необходимо уделять большое внимание изысканию возможности уменьшения количества сточных вод и снижения в них концентрации загрязнений. Положительные результаты в этом направлении приводят к уменьшению строительных объектов и стоимости канализационных сооружений, а также к уменьшению затрат на их эксплуатацию. Следу-

ет, однако, иметь в виду, что снижение только количества сточных вод, как правило, вызывает повышение их концентрации, поскольку при данном технологическом процессе общее количество отходов остается неизменным. Повышение концентрации сточных вод облегчает извлечение из них ценных веществ, в то же время при биохимических методах очистки повышенная концентрация сточных вод может тормозить процесс очистки, а иногда делает необходимым предварительное снижение концентрации стоков.

Мероприятия по сокращению загрязненности и уменьшению количества сточных вод, отводимых с предприятия, можно подразделить на две основные группы: технические и технологические.

Технические мероприятия предусматривают очистку сточных вод перед сбросом их в водоем, а также применение систем оборотного и повторного водоснабжения промышленных предприятий. К технологическим мерам можно отнести мероприятия по сокращению расхода свежей воды на технологические нужды, организацию бессточных производств, а также изыскание возможностей снижения концентрации загрязнений в сточных водах, особенно химическими и моющими веществами.

Важными техническими мероприятиями по сокращению объема сбрасываемых в водоемы сточных вод предприятиями мясной и молочной промышленности является оборотное и повторное использование воды для технологических и вспомогательных бытовых нужд. Как уже отмечалось выше, на передовых предприятиях отрасли использование воды в обороте может достигать 40—80% от общего потребления свежей воды.

На предприятиях мясной и молочной промышленности образуется значительное количество теплых, химически малозагрязненных вод, которые можно включать в системы оборотного и повторного водопользования. К этой категории относятся воды от отдельных технологических процессов и оборудования: конденсаторов холодильных установок, пластинчатых теплообменников, конденсаторов вакуум-выпарных установок и вакуум-горизонтальных котлов, резервуаров с охлаждающими рубашками, заквасочников, воды от продувки котлов и др.

В настоящее время еще пока нет возможности организовать на предприятиях отрасли полностью бессточные системы использования воды или общезаводские системы оборотного водоснабжения, однако можно выделить некоторые процессы или аппараты, которые следует полностью переводить на оборотное водоснабжение. Их можно подразделить на три основные группы: оборотные системы компрессорных установок, оборотные системы вакуум-выпарных установок, оборотные системы охлаждения теплообменных аппаратов ледяной водой.

Оборотные системы водоснабжения компрессорных установок. Система оборотного водоснабжения холодильно-компрессорных установок предназначена для охлаждения паров аммиака в конденсаторах и охлаждения цилиндров аммиачных компрессоров. Вода циркулирует в оборотной системе между холодильными установками и градирней, что позволяет снизить температуру воды, нагретой в процессе охлаждения компрессоров и паров хладагента.

Агрегаты холодильно-компрессорных установок являются наиболее водоемкими по сравнению с другими технологическими аппаратами предприятий мясной и молочной промышленности, поэтому включение их в замкнутый цикл водоснабжения имеет первостепенную важность в деле значительного сокращения количества сточных вод, сбрасываемых в водоемы этими предприятиями.

Оборотные системы водоснабжения вакуум-выпарных аппаратов. Они предназначены для конденсации вторичных паров, образующихся при сгущении молока и молочных продуктов (пахта, сыворотка) в кожухотрубных конденсаторах, входящих в состав установки.

На предприятиях молочной промышленности значительное количество воды расходуется на охлаждение молока и молочных продуктов в пластинчатых охладительных и пастеризационных установках, двухстенных резервуарах, в ваннах, заквасочниках. При прямоточной системе для этих целей расходуется 4—6 м³ свежей воды на 1 т перерабатываемого сырья. С целью экономии расхода свежей воды на предприятиях получили широкое распространение оборотные системы ледяной воды.

В системах повторного водоснабжения воду, использованную в одном производственном процессе или аппарате, передают для повторного водоснабжения других производственных процессов или аппаратов без промежуточной обработки или охлаждения или с очисткой и охлаждением. После повторного использования эту воду можно направить на технические цели (мойку тары, полов, автомобилей и т. п.), после чего сбросить в канализацию. Основным источником условно чистой воды, пригодной для повторного использования, является вода, выходящая из секции охлаждения пластинчатых теплообменных установок.

Системы повторного водоснабжения в перспективе нужно рассматривать как промежуточные звенья водоснабжения, вода из которых после соответствующей подготовки и очистки должна найти применение в существующих системах оборотного водоснабжения либо в новых автономных системах водоснабжения.

Однако при создании замкнутых циклов водоснабжения необходимо учитывать возможные отрицательные последствия: усиление коррозий оборудования, минеральные и органические отложения на поверхности теплообменных аппаратов и трубопроводов, а также возможные биологические образования на поверхности градилен.

Не менее эффективно уточнение (в сторону уменьшения) норм расходования водопроводной воды на единицу обрабатываемого сырья или выпускаемой продукции на предприятии в целом или по отдельным его цехам.

Значительно более ограничены возможности снижения концентрации в сточных водах. Радикальной мерой в этом направлении является уменьшение потерь и отходов производства и извлечение из сточных вод ценных примесей в целях утилизации.

§ 91. ПРАВИЛА РАБОТЫ В КОЛОДЦАХ

К работам по очистке и ремонту канализационных сетей предъявляются особые требования по технике безопасности. Эти работы сопряжены с опусканием рабочих в канализационные колодцы, в которых, как правило, скапливаются ядовитые и взрывоопасные газы (углекислый газ, сероводород, пары бензина, метан и др.). Несоблюдение мер безопасности может привести к несчастным случаям.

Все работы, связанные со спуском в колодец, должны проводиться бригадой в составе не менее трех человек (один старший) при наличии письменного распоряжения от лица, отвечающего за техническое состояние и безопасное производство работ на водопроводно-канализационных магистралях.

Бригада рабочих должна быть обеспечена всем необходимым инструментом и оборудованием (предохранительным поясом, кислородным изолирующим противогазом, бензиновой лампой ЛБВК — 2 шт., аккумуляторным фонарем напряжением не выше 12 В, ручным вентилятором, оградительными знаками, крючком или ломом для открывания крышек колодцев, аптечкой и газоанализатором).

Перед спуском в колодец необходимо установить наличие в нем газа. Проверка осуществляется с помощью газоанализатора или посредством опускания в колодец зажженной лампы ЛБВК, пламя которой при наличии в колодце сероводорода и метана уменьшается, при парах бензина и эфира — увеличивается, при наличии углекислоты — гаснет.

Запрещается производить проверку наличия газа по запаху или опусканием в колодец горящих предметов.

Удаление газа можно осуществлять путем естественного (не менее 2 ч) проветривания колодцев или принудительного нагнетания свежего воздуха вентилятором, при этом после проветривания необходимо вторично произвести проверку наличия в колодце вредных газов. Независимо от результатов проверки запрещается спускаться в колодец и работать в нем без предохранительного пояса и греющей лампы ЛБВК. В случае затухания лампы рабочий должен немедленно покинуть колодец, так как потухшую бензиновую лампу зажигать в колодце запрещается.

§ 92. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАСЧЕТА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Для расчета канализационных сетей при проектировании и эксплуатации пригодны средние и крупные ЭВМ. Например, дождевая сеть на 100 участков требует для расчета на ЕС 1022 до 1 ч машинного времени, так что оперативная память ЭВМ должна быть около 200 Кбайт. Программа составляется на основе математического описания объекта, который рассчитывается или моделируется на ЭВМ. При отсутствии такого описания программу для ЭВМ составить нельзя.

Канализационная сеть в полном объеме описывается математически. Например, известны зависимости между параметрами для бытовой сети: глубиной воды в коллекторе и площадью живого сечения потока; зависимость между той же глубиной и смоченным периметром; зависимость расхода от уклона, площади и шероховатости смоченного периметра; уравнения баланса расходов по узлам сети; формула для коэффициента неравномерности; зависимость стоимости единицы длины коллектора от его диаметра и глубины укладки и т. д. На эти параметры налагаются ограничения (обычно в виде неравенств), например, глубина заложения лотка коллектора не должна быть менее заранее указанной; отметка воды в начале данного коллектора не должна быть выше отметки воды в конце коллектора, примыкающего к нему, и т. д.

При составлении программы для ЭВМ должен быть использован весь математический аппарат путем разработки математической модели объекта. Разница между математическим описанием и математической моделью заключается в том, что в состав первого входит перечень уравнений (например, формула Шези, формула незаиливающей скорости), перечень неравенств (например, неравенства для глубины заложения лотка коллектора и для скорости движения сточной жидкости) и перечень прочих выражений (например, выражение для стоимости сети).

Математическая модель объекта включает в себя полностью его математические описания и в дополнение к этому содержит порядок использования этого описания при решении задачи на ЭВМ.

Математическая модель объекта, как правило, используется для разработки алгоритмов, необходимых для написания программ для ЭВМ. Применение стандартных программ является наиболее распространенным способом механизации расчетов на ЭВМ. Для расчета однотипных объектов, для которых требуются одни и те же стандартные программы, последние объединяют в пакет прикладных программ (ППП).

Наиболее высокий уровень автоматизации вычислительного труда достигается в системах автоматизированного проектирования (САПР). Эти системы позволяют получить не только самые оптимальные значения параметров объектов, но и материалы, необходимые непосредственно для монтажа. К таким материалам относятся сметы, проекты производства работ и даже рабочие чертежи, изготовленные ЭВМ с помощью графопостроителя, и др.

Научные исследования в области канализационных сетей и сооружений проводятся в нашей стране многими организациями.

Разработаны и действуют программы по расчету на ЭВМ канализационных сетей. Так, программа SETKAN, составленная на алгоритмическом языке ПЛ/1, относится к большим программам, так как число входящих в нее операторов превышает 900. Эта программа универсальна и в данном отношении равнозначна пакету прикладных программ, предназначенному для расчета бытовых, дождевых, общесплавных канализационных сетей — как новых, так и реконструируемых, для целей проектирования и эксплуатации.

Используются и другие программы расчета канализационных сетей на ЭВМ. Разработаны пакет прикладных программ для расчета бытовых сетей, программа расчета дождевой сети. Для вычислительных машин «Раздан-2» и «Наири» составлены различные программы для расчета канализационных сетей, в том числе и такие, которые позволяют оптимизировать начертание сети и насосной перекачки. Разработаны программа расчета дождевых канализационных сетей, программа расчета канализационной сети с использованием алгоритмического языка БЭИСИК. Последняя программа дает возможность определить геометрические параметры труб для участков канализационной сети, проверить скорость течения воды на участках трубопровода.

§ 93. ПРИМЕР РАСЧЕТА ДИАМЕТРА ТРУБ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Исходные данные. Отвод сточных вод $q_1=1,9$ л/с, $q_2=1,2$ л/с, уклон трубопроводов $\gamma=0,02$, степень заполнения труб $0,5d$, скорость течения воды $v=1,0-3,0$ м/с. Определить диаметры канализационных труб по участкам 1—2 и 2—3 (рис. 105), подобрать ближайший стандартный диаметр чугунных канализационных труб и проверить скорость течения сточных вод.

Решение. Диаметр канализационных трубопроводов можно определить из уравнения (13).

Так как по условию степень заполнения труб составляет $0,5d$, то расчетная формула для определения диаметра примет вид формулы (14).

Вычисляя, получим для участка 1—2

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2,0}} = \sqrt[3]{2,42 \cdot 10^{-3}} = 0,049 \text{ м.}$$

Принимаем для участка 1—2 ближайший стандартный диаметр чугунных труб $d=50$ мм (табл. 17).

Для участка 2—3

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 3,1 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2,0}} \approx 0,062 \text{ м.}$$

Ближайший стандартный диаметр для участка 2—3 $d=100$ мм (табл. 96). Фактическая скорость течения сточной воды определяется по формуле (12); коэффициент C можно определить из формулы

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}},$$

где n — коэффициент шероховатости (для чугунных труб $n=0,013$).

Таким образом, для участка 1—2

$$v_{1-2} = \frac{1}{0,013} \left(\frac{0,05}{4} \right)^{\frac{1}{6}} = 76,9 \frac{1}{6} \lg 0,0125 \approx 0,63;$$

$$v_{1-2} = 0,63 \text{ м/с} < [v];$$

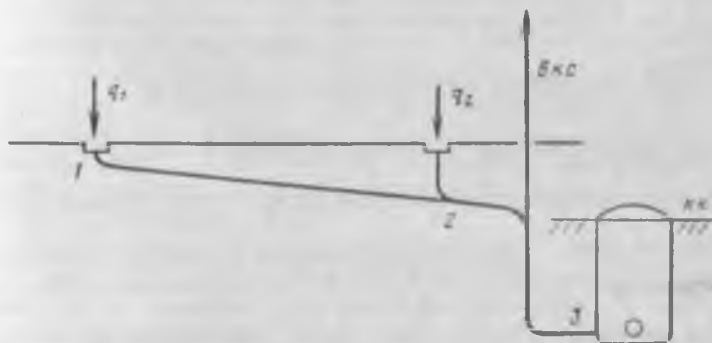


Рис. 105. Схема отвода сточных вод

17. Рекомендуемые уклоны, расходы и расчетные наполнения для канализационных трубопроводов

Диаметр трубопровода, мм	Расчетное наполнение, доля диаметра	Рекомендуемые скорости сточных вод, м/с	Рекомендуемые уклоны трубопроводов	Расход, л/с
50	0,5	0,6—1,5	0,03—0,15	0,66—1,48
100	0,5	0,7—2,4	0,01—0,15	2,86—9,4
150	0,6	0,7—3,4	0,07—0,15	8,06—37,3
200	0,6	0,7—3,6	0,05—0,12	14,6—71,6
250	0,6	0,7—3,4	0,03—0,08	22,2—106,0
300	0,6	0,8—3,6	0,03—0,07	33,4—161,5
Более 300	0,7—0,8	0,8—3,6	0,01—0,03	51,2—511,3

для участка 2—3

$$v_{2-3} = \frac{1}{0,013} \left(\frac{0,1}{4} \right)^{\frac{1}{6}} = 76,9 \frac{1}{6} \lg 0,025 \approx 0,89 \text{ м/с};$$

$$v_{2-3} = 0,89 \text{ м/с} < [v].$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Перечислите основные группы сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности.
2. Что такое норма водоотведения?
3. Каковы основные условия спуска сточных вод в водоемы?
4. Как классифицируют системы канализации?
5. Из каких основных узлов состоит внутренняя канализационная сеть?
6. Как устроена наружная канализация?
7. Назовите основные виды работ по правильной эксплуатации канализационных сетей.
8. Какие правила необходимо соблюдать при работе в канализационных колодцах?
9. Назовите основные технические и технологические мероприятия, направленные на сокращение количества сточных вод и снижение их концентрации.
10. В чем различие систем оборотного и повторного водоснабжения?
11. Изложите правила техники безопасности при эксплуатации систем канализации.
12. Какова роль ЭВМ в расчете канализационных сетей?

Глава 10. СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

§ 94. НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Общемировое водопотребление на хозяйственно-бытовые нужды составляет примерно 9% суммарного стока рек. Однако не прямое потребление гидроресурсов вызывает в большинстве случаев нехватку пресных вод, а их загрязнение — «качественное истощение».

За последние десятилетия все большую часть круговорота пресных вод стали составлять промышленные и коммунальные стоки, т. е. воды, загрязненные в процессе промышленной, сельскохозяйственной и бытовой деятельности людей.

Значительную угрозу для водоемов представляют нефтепродукты, а также минеральные удобрения и ядохимикаты, которые попадают с полей вместе с талой и дождевой водой. Насыщение водоемов некоторыми минеральными веществами (азотом, фосфором и др.) сопровождается интенсивным развитием сине-зеленых водорослей — потребителей кислорода. Такое же отрицательное воздействие на водоемы оказывают теплые, отработанные воды, которые используют для охлаждения агрегатов и реакторов тепловых и атомных электростанций, а затем сбрасывают в водоемы. Происходит так называемое «тепловое загрязнение» водоемов.

Проблема охраны водных ресурсов от загрязнения в последнее время приобретает все большее значение во всех отраслях промышленности.

Охрана водных ресурсов — это система международных, государственных, региональных и локальных технических, административно-управленческих и общественных мероприятий по рациональному комплексному использованию водных объемов и обеспечению оптимальных физических, химических и биологических параметров функционирования природных водных систем.

Мясная и молочная промышленность не относится к наиболее водоемким отраслям народного хозяйства страны, однако значительный рост объемов производства и числа новых предприятий в последние годы повлек за собой и увеличение потребления пресной воды.

К предприятиям с наибольшим уровнем потребления воды можно отнести предприятия по убою скота и разделке туш, мясо- и молочноконсервные комбинаты, заводы по производству сыра, СОМ, ЗЦМ, сухих продуктов детского питания, а также клеежелатиновые заводы.

Общий расход воды на предприятиях отрасли составляет более 10,5 млн. м³ в сутки, в том числе около 3 млн. м³ в сутки расходуется свежей воды.

Основные мероприятия по защите водных ресурсов от загрязнений применительно к мясной и молочной промышленности подробно изложены ниже.

§ 95. БИОХИМИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ПОТРЕБНОСТЬ СТОЧНЫХ ВОД В КИСЛОРОДЕ

Степень загрязнения сточной воды органическими веществами можно определить по количеству кислорода, необходимо-

му для окисления органических веществ под воздействием аэробных микроорганизмов-минерализаторов, которые существуют в присутствии кислорода. Общее количество кислорода, необходимое для окисления органических веществ аэробными микроорганизмами, называется *биохимической потребностью в кислороде*, обозначается БПК и выражается количеством кислорода в мг/л или г/м³.

Биохимическую потребность в кислороде сточной жидкости определяют лабораторным путем. Биохимическая потребность в кислороде в 5-суточной пробе при температуре 20°C обозначается БПК₅. В качестве основного показателя для расчета очистных сооружений служит величина БПК_{полн}, т. е. количество кислорода, расходуемого для полного окисления биохимическим путем. Для многих видов сточных вод для проведения полного биохимического процесса необходимо 20 сут, т. е. БПК_{полн} равна БПК₂₀. Тогда концентрацию сточных вод L_{20} (в мг/л) в зависимости от нормы водоотведения можно определить по формуле

$$L_{20} = \frac{a \cdot 1000}{q},$$

где a — БПК₂₀, г/сут; q — норма водоотведения, л/сут.

При определении концентрации сточных вод не учитывают часть органического вещества, которая расходуется в процессе биохимического окисления на прирост микроорганизмов-минерализаторов. Не учитывают также стойкие органические вещества, неразрушаемые биохимически.

Чтобы полнее оценить содержание органического вещества в сточной воде, определяют химическое водопотребление кислорода.

Общее количество кислорода, необходимое для перевода углерода органических соединений в углекислый газ, водорода в воду, азота в аммиак, серы в серный ангидрид, называется *химической потребностью в кислороде*, обозначается ХПК.

Разность ХПК—БПК₂₀ может служить показателем прироста микробной среды (ила). Для хозяйственно-бытовых сточных вод эта разница не имеет существенного значения, так как БПК₂₀ в этом случае составляет примерно 86% ХПК; однако производственные сточные воды имеют ХПК, превышающую БПК₂₀ на 50% и более.

Соотношение между БПК₂₀ и ХПК указывает на необходимость применения биохимической очистки сточных вод, что нужно знать как при решении вопроса приема промышленных сточных вод в городскую канализацию, так и при самостоятельной очистке промышленных сточных вод.

96. ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ВОДОЕМОВ

Предельно допустимые концентрации вредных веществ — это концентрации веществ в воде, выше которых она становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования.

В основе критерия вредности положено представление о том, что химические и биологические особенности водного объекта, возникающие из-за загрязнения его воды сточными водами, могут непосредственно или косвенно отрицательно влиять на здоровье человека или рыбное хозяйство вследствие ухудшения санитарных или рыбохозяйственных условий водопользования.

В качестве примера приведены общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях, так как эти требования специфичны и в большинстве случаев более жестки, чем для водоемов других типов:

Общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях

Концентрация растворенного кислорода, мг/л

Зимой в подледный период не должна быть ниже 6,0/4,0**. Летом в открытый период во всех водоемах должна быть выше 6,0 мг/л в пробе, отобранной в период минимального суточного содержания

БПК_{полн}*, мг/л

При 20 °С во всех водоемах не более 3,0 (если зимой концентрация растворенного кислорода в воде водоема первой категории снижается до 6,0 мг/л, а в водоемах второй категории — до 4,0 мг/л, можно осуществлять сброс загрязнений, не изменяющих БПК воды)

Водородный показатель (рН)

6,5—8,5

Содержание взвешенных веществ

По сравнению с естественным содержанием не должно увеличиваться более чем на 0,25/0,75** мг/л (для водоемов, содержащих более 30,0 мг/л природных минеральных веществ, допускается увеличение их содержания в воде водоемов в пределах 5,0%. Взвеси, выпадающие со скоростью более 4,0 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ, к спуску запрещаются)

Плавающие примеси (вещества)

На поверхности водоема не должны присутствовать пленки нефтепродуктов, масел, жиров и др.

Окраска, запах и привкус

Не должно быть посторонних запахов, привкусов и окраски

Температура

Летом не должна повышаться больше чем на 3,0 °С, а зимой — на 5,0 °С

му для окисления органических веществ под воздействием аэробных микроорганизмов-минерализаторов, которые существуют в присутствии кислорода. Общее количество кислорода, необходимое для окисления органических веществ аэробными микроорганизмами, называется *биохимической потребностью в кислороде*, обозначается БПК и выражается количеством кислорода в мг/л или г/м³.

Биохимическую потребность в кислороде сточной жидкости определяют лабораторным путем. Биохимическая потребность в кислороде в 5-суточной пробе при температуре 20°C обозначается БПК₅. В качестве основного показателя для расчета очистных сооружений служит величина БПК_{полн}, т. е. количество кислорода, расходуемого для полного окисления биохимическим путем. Для многих видов сточных вод для проведения полного биохимического процесса необходимо 20 сут, т. е. БПК_{полн} равна БПК₂₀. Тогда концентрацию сточных вод L_{20} (в мг/л) в зависимости от нормы водоотведения можно определить по формуле

$$L_{20} = \frac{a \cdot 1000}{q},$$

где a — БПК₂₀, г/сут; q — норма водоотведения, л/сут.

При определении концентрации сточных вод не учитывают часть органического вещества, которая расходуется в процессе биохимического окисления на прирост микроорганизмов-минерализаторов. Не учитывают также стойкие органические вещества, неразрушаемые биохимически.

Чтобы полнее оценить содержание органического вещества в сточной воде, определяют химическое водопотребление кислорода.

Общее количество кислорода, необходимое для перевода углерода органических соединений в углекислый газ, водорода в воду, азота в аммиак, серы в серный ангидрид, называется *химической потребностью в кислороде*, обозначается ХПК.

Разность ХПК—БПК₂₀ может служить показателем прироста микробной среды (ила). Для хозяйственно-бытовых сточных вод эта разница не имеет существенного значения, так как БПК₂₀ в этом случае составляет примерно 86% ХПК; однако производственные сточные воды имеют ХПК, превышающую БПК₂₀ на 50% и более.

Соотношение между БПК₂₀ и ХПК указывает на необходимость применения биохимической очистки сточных вод, что нужно знать как при решении вопроса приема промышленных сточных вод в городскую канализацию, так и при самостоятельной очистке промышленных сточных вод.

§ 96. ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ВОДОЕМОВ

Предельно допустимые концентрации вредных веществ — это концентрации веществ в воде, выше которых она становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования.

В основе критерия вредности положено представление о том, что химические и биологические особенности водного объекта, возникающие из-за загрязнения его воды сточными водами, могут непосредственно или косвенно отрицательно влиять на здоровье человека или рыбное хозяйство вследствие ухудшения санитарных или рыбохозяйственных условий водопользования.

В качестве примера приведены общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях, так как эти требования специфичны и в большинстве случаев более жестки, чем для водоемов других типов:

Общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях

Концентрация растворенного кислорода, мг/л

Зимой в подледный период не должна быть ниже 6,0/4,0**. Летом в открытый период во всех водоемах должна быть выше 6,0 мг/л в пробе, отобранной в период минимального суточного содержания

БПК_{полн}*, мг/л

При 20 °С во всех водоемах не более 3,0 (если зимой концентрация растворенного кислорода в воде водоема первой категории снижается до 6,0 мг/л, а в водоемах второй категории — до 4,0 мг/л, можно осуществлять сброс загрязнений, не изменяющих ВПК воды)

Водородный показатель (рН)

6,5—8,5

Содержание взвешенных веществ

По сравнению с естественным содержанием не должно увеличиваться более чем на 0,25/0,75** мг/л (для водоемов, содержащих более 30,0 мг/л природных минеральных веществ, допускается увеличение их содержания в воде водоемов в пределах 5,0%. Взвеси, выпадающие со скоростью более 4,0 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ, к спуску запрещаются)

Плавающие примеси (вещества)

На поверхности водоема не должны присутствовать пленки нефтепродуктов, масел, жиров и др.

Окраска, запах и привкус

Не должно быть посторонних запахов, привкусов и окраски

Температура

Летом не должна повышаться больше чем на 3,0 °С, а зимой — на 5,0 °С

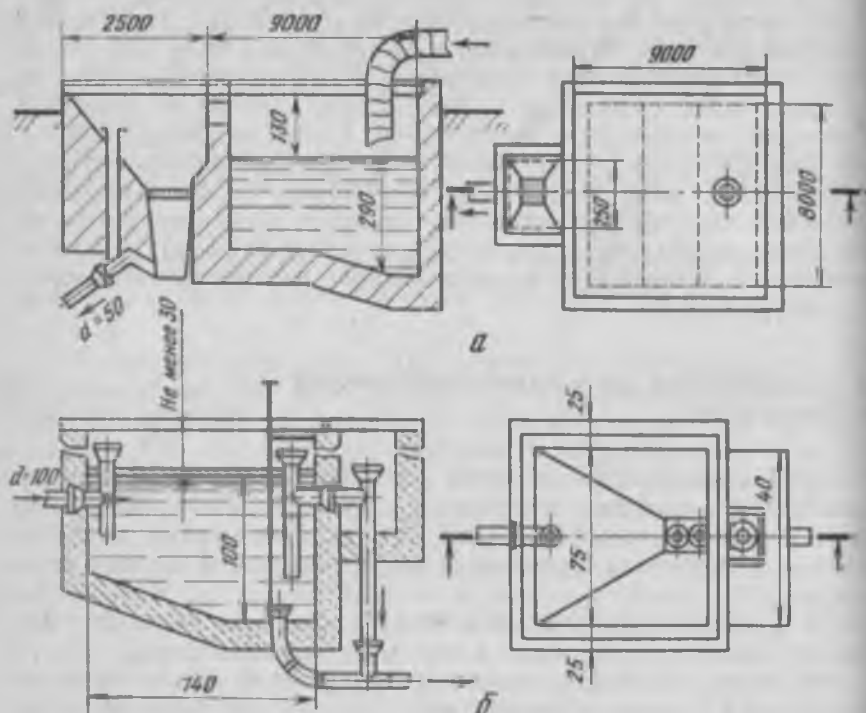


Рис. 107. Местные (локальные) очистные сооружения:

а — песколовка; б — жироловка

ловок удаляется периодически — не реже одного раза за двое суток; как правило, осадок удаляют один раз в смену.

Оптимальная скорость движения воды в песколовках 0,3 м/с. При этом турбулентность потока практически не затрудняет осаждение песка и других примесей, но и в то же время исключается выпадение в осадок органических загрязнений. При минимальном расходе в песколовках допускается снижение скорости, но лишь до 0,15 м/с.

Время пребывания воды в песколовках должно быть не менее 30 с. Обычно оно равно 30—100 с. Если количество улавливаемого песколовкой осадка превышает 0,5 м³/сут, то удаление его механизмируют. Как правило, песколовки состоят из двух или нескольких секций; это позволяет поочередно перекрывать их и удалять скопившийся осадок.

Жироловки предназначены для отделения жировых примесей от сточных вод. Они являются обязательным сооружением в канализационной сети мясокомбинатов, особенно в сети сточных вод, содержащих жир. По данным ВНИКИМПа,

в процессе переработки мясных туш в сточную воду попадает жир, составляющий около 1% живой массы перерабатываемого скота. Собранный жир является ценным сырьем, и поэтому его следует извлекать из сточных вод. Кроме того, жир, попавший в систему канализации, остывая, оседает на стенках труб и способствует их засорению. Он также способствует засорению пор полей фильтрации и биологических фильтров.

Для удаления жира на предприятиях устанавливают местные жироловки в цехах, в сточные воды которых попадает значительное количество жира. Кроме того, в дворовой сети канализации мясокомбинатов предусматривают центральную жироловку.

Жироловка представляет собой проточные камеры с рядом поперечных перегородок. За счет разности удельного веса жировая масса всплывает на поверхность сточных вод и через отверстия в перегородках удаляется в боковые отстойные секции.

Сточная вода в жироловке находится 15—20 мин. Скорость потока изменяется от 0,015 до 0,03 м/с в зависимости от величины скорости всплывания жировых частиц.

Часто для интенсификации процесса жиротделения на мясокомбинатах применяют призматические жироловки с продувкой сточных вод воздухом. При этом пузырьки воздуха ускоряют всплывание жировых частиц из стоков. На крупных мясокомбинатах решетки, песколовки и жироловки иногда объединяют и размещают в одном полуподвальном помещении.

Навозоуловители устанавливают для отделения от сточных вод, поступающих с территории предубойного содержания скота, соломы, остатков корма и навоза. После навозоуловителей сточные воды направляются в канализационную производственную сеть. Простейший навозоуловитель представляет собой бетонный резервуар, расположенный в земле на глубине заложения трубопроводов. Загрязнения задерживаются в металлической сетчатой корзине, которая периодически поднимается лебедкой для опорожнения (рис. 108).

Отстойники предназначены для улавливания органической взвеси из сточных вод. Отстойники бывают вертикальные и горизонтальные. Наибольшее распространение получили вертикальные отстойники с производительностью до 50 м³ в сутки и продолжительностью отстаивания от 45 мин до 1,5 ч (рис. 109). Они представляют собой цилиндрический железобетонный резервуар с коническим дном. Диаметр цилиндрической части достигает 10 м.

Сточные воды по лотку поступают в центральную трубу с отражательным щитом. Скорость движения воды в центральной трубе 0,03 м/с, а цилиндрической части отстойника 0,0005—

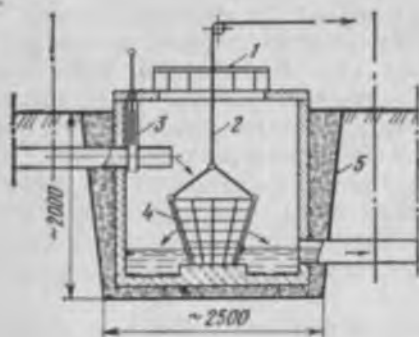


Рис. 108. Навозоуловитель:
1 — ограждение; 2 — трос; 3 — шибер; 4 — корзина; 5 — слой мятой глины

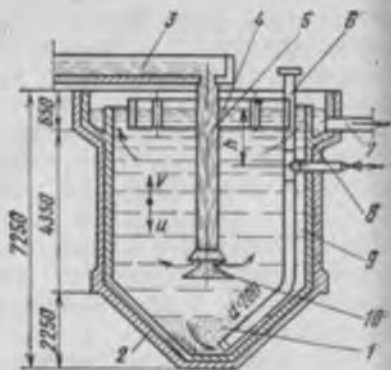


Рис. 109. Схема вертикального отстойника:

1 — осадок (ил); 2 — железобетонный резервуар; 3 — подающий лоток; 4 — полупогруженные доски; 5 — центральная труба; 6 — прочистка; 7 — выход отстаившейся воды; 8 — кольцевой сливной желоб; 9 — илопровод; 10 — отражательный щит

0,0007 м/с. Органические примеси будут оседать на дне, если скорость выпадения примесей будет больше или равна скорости потока в цилиндре отстойника. Осадок собирается в конусной части и периодически по илопроводу за счет гравитационного давления столба жидкости ($h > 1,5$ м) выдавливается на дальнейшую обработку.

Осветленная вода сливается в кольцевой лоток, а всплывшие примеси собираются на поверхности, огражденной полупогружными досками, и удаляются из отстойника.

§ 98. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

Одной из сложных задач в деле очистки сточных вод является ликвидация осадка или ила, задержанного отстойниками. Осадок в сыром виде имеет плохой запах, плохо отдает влагу и трудно транспортируется автотранспортом. Кроме того, в сыром виде он не может быть использован как удобрение, поэтому осадок подвергают специальной обработке в перегнивателях: септиках, эмшерах, метантенках и иловых площадках.

Для механической очистки сточных вод мясокомбинатов и одновременного сбраживания осадков используют осветлители-перегниватели с естественной аэрацией воды и камерой флокуляции (укрупнения) (рис. 110). В камере флокуляции, выполненной в форме многогранника, происходит укрупнение частиц тонкодисперсной взвеси. Сточную воду подают по лотку в камеру флокуляции по центральной трубе с отражателем в

нижней части. По трубам осадок из камер осветлителя и перегнивателя подается на иловую насосную станцию. Во избежание образования корки предусмотрена перекачка части осадка насосами обратно в перегниватель по напорной трубе.

Объем камеры флокуляции рассчитан из условия пребывания в ней сточных вод не менее 20 мин.

Септики (гнилостные резервуары) предназначены для осветления жидкости и длительного хранения и перегнивания скапливающегося осадка. Осадок в течение 6—12 мес полностью минерализуется в результате жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов. Процессы обработки сточных вод протекают в септиках медленно, качество очистки невысокое. Поэтому септики на очистных сооружениях предприятий мясной и молочной промышленности применяют крайне редко.

Эмшеры (двухъярусные отстойники) представляют собой цилиндрические вертикальные железобетонные сооружения, в верхней части которых расположены один или два отстойных щелевых желоба (рис. 111). Вода протекает по желобам со скоростью 0,0002 м/с, отстаивается в течение 1,5—2 ч и далее поступает на биологическую очистку.

Осадок проваливается через щель в нижнюю конусную септическую часть, где перегнивает и уплотняется. Интенсив-

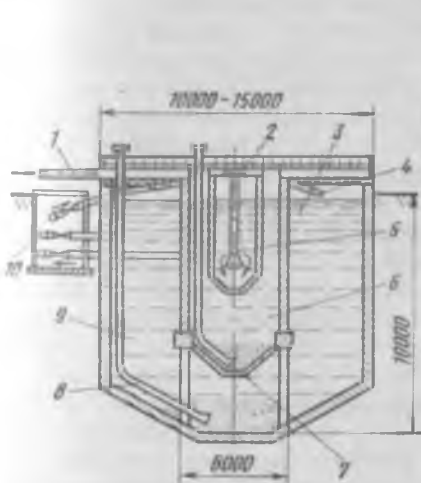


Рис. 110. Схема осветлителя-перегнивателя:

1 — подводный лоток; 2 — распределительная чаша; 3 — деревянные щиты; 4 — напорные трубы для подачи ила; 5 — камера флокуляции; 6 — осветлитель; 7, 8 — трубопроводы для подачи осадка на иловую насосную станцию; 9 — перегниватель; 10 — колодец с задвижками

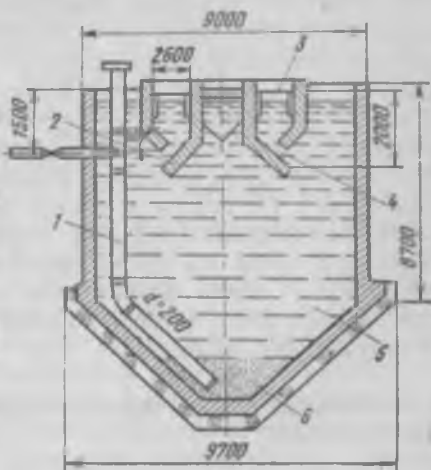


Рис. 111. Схема двухъярусного отстойника:

1 — иловпровод; 2 — отстойные желоба; 3 — плавающие полупогруженные доски; 4 — щель (0,15 м); 5 — септическая зона; 6 — ил

ность сбраживания осадка зависит от наружной температуры и может продолжаться от 30 до 200 сут. По мере перегнивания осадок выдавливается под действием гидростатического давления по илопроводу.

Метантенки — железобетонные резервуары с коническим дном — применяют для ускорения перегнивания свежего ила, поступающего из отстойников. При подогревании осадка в метантенках происходит интенсивный распад органических веществ за счет работы анаэробных бактерий. Ил подогревают при помощи змеевиков, расположенных в иловой камере, по которым циркулируют горячая вода и пар.

Температуру ила поддерживают на уровне 30—33°C при мезофильном брожении и 50—52°C при термофильном. Интенсивность сбраживания увеличивается также за счет перемешивания ила в иловой камере. Образующиеся в метантенке газы (углекислый газ и метан) собирают в газовом колпаке и затем отводят в газгольдеры. Полученный в метантенках метан можно использовать как топливо.

Сброженный осадок в двухъярусном отстойнике имеет влажность в среднем 90%, в метантенке — 96—97%. Ил с такой влажностью легко транспортировать при помощи иловых насосов. На иловых площадках, которые являются самым распространенным сооружением для подсушки ила, его влажность доводится до 70—75%. Осадок наливают на карты иловых площадок периодически, слоем 200—300 мм летом, а зимой — на 100 мм ниже валика. Подсушка ила происходит главным образом за счет фильтрации влаги через грунт площадок и частично за счет испарения влаги. Наилучшим грунтом для иловых площадок являются песок и супесь. Площадки разбивают на карты шириной 6—8 м, которые ограничивают канавами глубиной 0,6 м с уклоном дна 0,003. Обезвоженный и подсушенный ил легко транспортировать, он не имеет запаха и может быть использован как удобрение, так как содержит в себе азот, фосфор, калий в виде соединений, легко усвояемых растениями.

§ 99. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Биологическая очистка является второй и окончательной ступенью очистки сточных вод. После механической очистки БПК сточной воды снижается примерно на $\frac{1}{3}$. Остальная часть органических загрязнений, находящихся в растворенном и коллоидном состоянии, удаляется при помощи биологической очистки. В естественных условиях она происходит на полях орошения, полях фильтрации и биологических прудах. Для

биологической очистки в искусственно созданных условиях в том случае, когда нельзя очистить сточные воды в естественных условиях на полях орошения, применяют биологические фильтры и аэротенки. Очистка сточных вод на полях фильтрации и полях орошения относится к числу наиболее старых и надежных с санитарной точки зрения методов. Для очистки некоторых видов сточных вод, например хозяйственно-бытовых, этот метод сохранил свое значение до настоящего времени.

Основное принципиальное отличие полей орошения от полей фильтрации заключается в том, что с помощью полей орошения очищают сточные воды и утилизируют содержащиеся в них частицы удобрений. Поэтому основными определяющими показателями являются требования к качеству направляемой на поля орошения сточной жидкости и допустимая нагрузка на единицу орошаемой площади. В связи с тем что в сточных водах предпринят мясной и молочной промышленности содержатся токсичные по отношению к микрофлоре полей орошения примеси, а также моющие и дезинфицирующие вещества, для очистки этих стоков поля орошения не используют.

Более распространены для биологической очистки производственных сточных вод поля фильтрации. Они представляют собой спланированные земляные площадки с сетью каналов (лотков), по которым транспортируются сточные воды. Для полей фильтрации выбирают участки с пористыми грунтами (песчаными, супесчаными, суглинистыми) и с низким уровнем грунтовых вод (не менее 1 м от поверхности земли).

Допустимая нагрузка на поля фильтрации зависит от многих факторов (климатических условий района, структуры почвы, от уровня грунтовых вод, а также от характера загрязнений сточных вод и их концентрации) и поэтому колеблется в весьма широких пределах — от 50 до 200 м³ на 1 га в сутки.

В биологических прудах сточные воды очищаются с помощью кислорода, который проникает в водоем из атмосферы путем диффузии. Для обогащения воды кислородом иногда ее разбрызгивают дождевальными установками. Норма сброса сточных вод на 1 га водной поверхности пруда составляет 100—250 м³ в сутки. Для стоков, предварительно прошедших очистку на биологических фильтрах и аэротенках, норма повышается до 4—5 тыс. м³ в сутки.

Устройство биологических прудов целесообразно при наличии участков с почвами, пригодными для устройства полей орошения или фильтрации.

Биологические биофильтры бывают периодического (контактные) и непрерывного действия. Первые, ввиду своей малой производительности и высокой стоимости, в на-

стоящее время не применяют. Биофильтры непрерывного действия по производительности подразделяют на капельные и высоконагружаемые, по способу подачи в них воздуха и те и другие могут быть с естественной и искусственной вентиляцией (аэрофильтры).

Наибольшее распространение нашли капельные биофильтры непрерывного действия. Они состоят из следующих составных частей: непроницаемого основания, дренажа, боковых стенок, фильтрующего материала (щебня, гальки) и распределительных устройств.

Поверхность капельного биофильтра орошают сверху равномерно, через небольшие промежутки времени; при этом вода подается в виде капель, струй или тонкого слоя.

В капельные биофильтры воздух поступает естественным путем — сверху через открытую поверхность фильтра и снизу через дренаж. Они имеют низкие нагрузки — не более 0,5—1 м³ сточной воды на 1 м³ загрузочного материала, при этом размер фракций загрузки 30—50 мм, объем загрузки до 1500 м³.

Проходя через фильтрующую загрузку биофильтра, загрязненная вода вследствие адсорбции оставляет в ней взвешенные и коллоидные органические вещества, не осевшие в первичных отстойниках, которые создают биопленку, густо заселенную микроорганизмами. Микроорганизмы биопленки окисляют органические вещества и получают необходимую для своей жизнедеятельности энергию. Таким образом, из сточной воды удаляются органические вещества, а в теле биофильтра возрастает масса активной биологической пленки. Отработанная и омертвевшая пленка смывается протекающей сточной водой и выносятся из биофильтра.

Работа биофильтра заключается в следующем. Осветленная в первичных отстойниках вода подается в распределительные устройства, которые периодически напускают воду на поверхность биофильтра. Профильтрованная через толщу биофильтра вода проходит через отверстия в дне (дренаж), поступает на сплошное непроницаемое днище, с которого стекает по отводным лоткам. Далее вода поступает во вторичные отстойники, в которых задерживается выносимая биопленка, отделяемая от очищенной сточной воды.

Эффект очистки нормально работающих биофильтров подобного типа очень высок и может достигать по БПК₂₀ 90% и более. Общий вид биофильтра показан на рис. 112.

Аэротенки изготавливают в виде длинных железобетонных резервуаров, по которым медленно протекает осветленная в первичном отстойнике и осветлителе сточная вода в смеси с активным илом. Эта смесь по всей длине аэротенка аэриру-

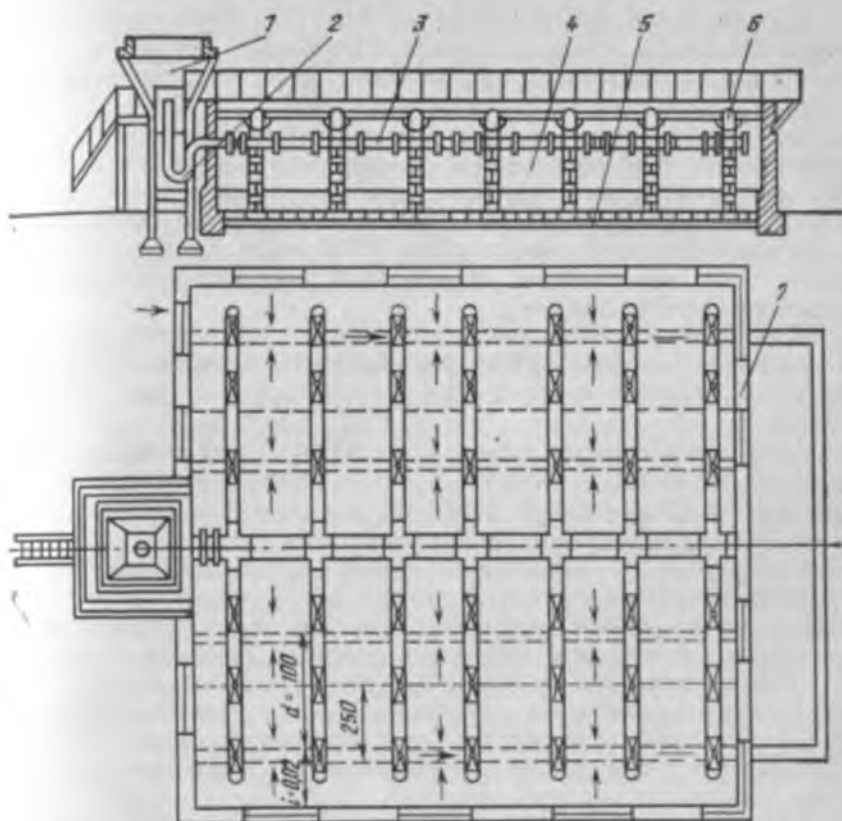


Рис. 112. Биофильтр:

1 — дозирующий бак; 2, 3 — распределительная сеть; 4 — фильтрующая загрузка; 5 — дренаж; 6 — задвижка; 7 — сборный лоток

ется. Воздух подают по трубам в нижнюю часть аэротенка для обеспечения микроорганизмов достаточным количеством кислорода, а также для поддержания ила во взвешенном состоянии.

После аэротенка сточную воду направляют во вторичный отстойник, где улавливают пленки активного ила. Из осадочной части вторичного отстойника часть ила перекачивают иловым насосом снова в аэротенк, а лишнюю часть в первичный отстойник. При полной очистке в аэротенке БПК сточных вод может быть снижена до 15—20 мг/л.

Интенсивность биологической очистки в аэротенках очень высокая. Так, если в природных водоемах на распад органических веществ требуется 7—20 дней, то в аэротенках всего лишь 6—12 ч.

По сведениям ВНИКИМПа, только 25% предприятий мясной и молочной промышленности сбрасывают сточные воды в городские системы канализации, остальные предприятия вынуждены полностью очищать сточные воды.

Как показывает практика, биологические фильтры и поля фильтрации, чувствительные к присутствию в воде жира и при большом его количестве, перестают нормально работать, а иногда и вовсе выходят из строя. Биологические фильтры не допускают больших нагрузок, по БПК всего лишь 150 мг/л, кроме того, они требуют равномерной нагрузки и квалифицированного обслуживания.

Для биологической очистки сточных вод мясокомбинатов и молочных заводов следует рекомендовать аэротенки, так как присутствующий в сточной воде жир не приносит вреда сооружению.

Аэрационные каналы нашли применение для очистки сточных вод молочных заводов в Польше, для очистки сточных вод мясокомбинатов в г. Каунасе, а также для очистки промышленных сточных вод на Украине.

По принципу аэротенков работают циркуляционные окислительные каналы. Они представляют собой замкнутый (овальный в плане) канал глубиной 0,7—1,0 м. Канал имеет трапециевидное поперечное сечение, которое по периметру выложено железобетонными плитами. Движение сточной воды по каналу осуществляется за счет лопастей вращающихся аэраторов, установленных в нескольких местах аэрационного канала. Роторы аэраторов, кроме побуждения к движению сточной воды, насыщают эту воду воздухом.

Биохимический процесс окисления осуществляется аэробными бактериями, колонии которых подаются в канал по напорному трубопроводу иловой насосной станции.

В зависимости от способа отделения активного ила от очищенной сточной жидкости и ее слива различают две схемы аэрационных каналов — непрерывную и контактную.

Слив осветленной сточной воды в каналах непрерывной схемы осуществляется постоянно, а в каналах контактной схемы происходит периодически из верхней зоны потока при помощи трубопровода.

Производительность (окислительная мощность) биологического канала в зависимости от степени совершенства аэратора колеблется от 110 до 650 г/м³ в сутки. При этом продолжительность обработки сточных вод составляет 2—3 сут.

Наименьшую стоимость биологической очистки дают поля фильтрации, аэрационные каналы и аэротенки с низконапорной аэрацией. Поэтому в настоящее время проектируют системы биологической очистки: для сыродельных заводов — поля

филтрации, для заводов сухого и обезжиренного молока — эрротенки с механической аэрацией, для молочноконсервных заводов и гормолзаводов мощностью до 100 т/сут — аэрационные окислительные каналы, если среднегодовая температура воздуха не ниже 6°C. Использование аэрационных каналов в районах с более низкой среднегодовой температурой, а также для очистки сточных вод мясокомбинатов является вопросом дальнейшей экспериментальной исследовательской работы. Данные для выбора типа сооружения по очистке сточных вод приведены в справочной литературе.

§ 100. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

К современным методам очистки производственных сточных вод можно отнести обработку их в напорных гидроциклонах и на флотационных установках.

Напорные гидроциклоны применяют для осветления сточных вод, содержащих взвешенные вещества плотностью значительно больше единицы. Гидроциклон имеет корпус цилиндрической формы (рис. 113). Сточную воду подают в цилиндрическую часть корпуса по трубе с большой скоростью по касательной. Под действием центробежной силы взвешенные вещества отбрасываются к стенкам гидроциклона и с внешним винтовым потоком отводятся через отверстие в его дне. Вода, освобожденная от взвешенных веществ, внутренним винтовым потоком поднимается вверх и отводится по сливной трубе.

В зависимости от требуемой производительности могут применяться одиночные гидроциклоны или их группы, соединенные параллельно.

К недостаткам гидроциклонов относятся высокая влажность отводимой пульпы (осадка), необходимость подачи воды в них под большим напором и быстрое истирание внутренней поверхности корпуса. Для предотвращения износа внутри стенки циклонов футеруются износостойкими материалами.

Флотационные установки используют для удаления из сточных вод нефтепродуктов, жиров и других поверхностно-активных веществ. Процесс флотации состоит в том, что молекулы нерастворенных частиц прилипают к пузырькам воздуха и всплывают вместе с ними на поверхность воды. Для повышения эффекта флотации в воду вводят реагенты, что обусловлено физико-химическими свойствами флотируемых частиц и смачиваемостью их поверхности. В качестве реагентов используют смоляной или животный клей, канифоль, формалин и др.

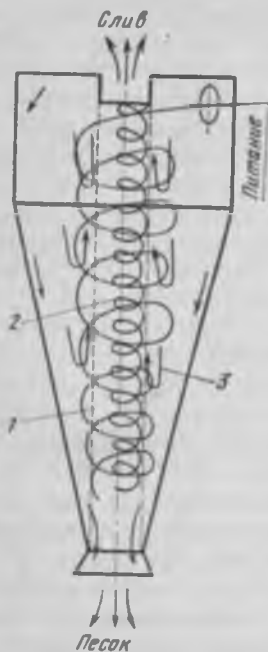


Рис. 113. Схема работы напорного гидроциклона:
1 — воздушный столб; 2 — внутренний винтовой поток;
3 — внешний винтовой поток

Сточная жидкость насыщается воздухом следующими способами: подачей воздуха во всасывающую трубу насоса, путем выделения пузырьков воздуха из раствора с изменением давления, подачей воздуха с помощью пористых импеллерных машин.

Флотационные установки бывают безнапорные и напорные.

В безнапорной флотационной установке (рис. 114) воздух подают во всасывающую трубу насосом от компрессора или с помощью эжекции. Водовоздушную смесь направляют в открытый резервуар, где пузырьки воздуха, всплывая, флотируют твердые частицы. На поверхности воды образуется пена, насыщенная твердыми частицами, которая непрерывно удаляется. В напорных флотационных установках создается перенасыщение воды воздухом в результате выдерживания смеси воды и воздуха под давлением или под глубоким вакуумом. Затем смесь сточной жидкости и воздуха подается в резервуар, где происходит флотация.

Широкое распространение получил метод пенной флотации, основанный на способности частиц водных дисперсий прилипать к пузырькам газа и выходить с ними в слой пены. Для проведения процесса пенной флотации в сточной воде должны содержаться поверхностно-активные вещества, обладающие достаточной пенообразующей способностью. Эффект флотации зависит от pH среды, температуры сточных вод, интенсивности подачи воздуха и т. д. Продолжительность флотации составляет 15—45 мин в зависимости от состава сточных вод.

В последнее время находит применение метод электрофлотации. При этом вещества, содержащиеся в сточных водах, собираются на пузырьках газа, образующихся при электролизе. Размер пузырьков газа меньше, чем при механической аэрации, поэтому они распределяются более равномерно.

Для удаления жира из сточных вод молочных заводов эффективны процессы коагуляции и с применением неорганических коагулянтов. Для этих целей можно использовать соли железа и алюминия, а также известь.

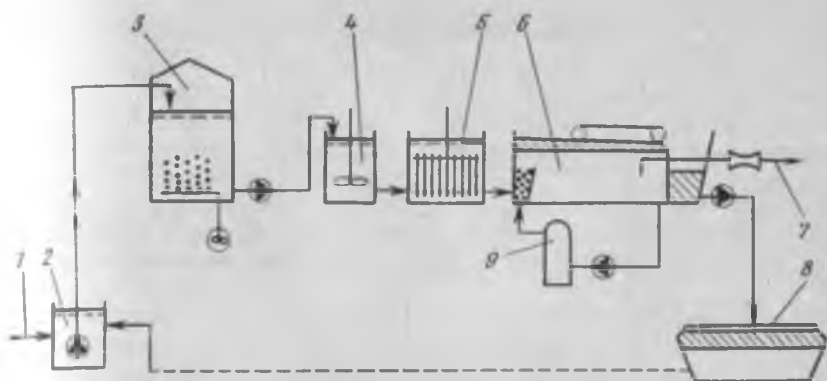


Рис. 114. Схема очистки сточных вод молочного завода от жира методом реагентной коагуляции (флокуляции):

1 — трубопровод сточной воды; 2 — насосная станция; 3 — уравнивательная емкость; 4 — камера коагуляции; 5 — камера флокуляции; 6 — флотационная камера; 7 — трубопровод очищенной воды; 8 — емкость для пенного продукта (жира); 9 — сатуратор

В качестве примера можно привести установку, используемую в Швеции на молочном заводе, который сбрасывает 360 м^3 сточных вод в сутки в городскую сеть канализации. С целью снижения количества жира в сточной воде ($400\text{--}600 \text{ мг/л}$) на заводе осуществляется ее предочистка методом химической коагуляции — флотационным удалением осадка. Схема сооружений станции предочистки завода показана на рис. 115.

В качестве неорганического коагулянта применяют хлорид железа. Оптимальную среду для коагуляции ($\text{pH } 4,5$) создают с помощью серной кислоты. После коагуляции жиров и других взвешенных веществ осуществляют их флокуляцию путем контактирования сточной воды со специальным полимерным материалом в течение 20 мин. Цель этой операции — укрупнить частицы осадка и сделать их более устойчивыми к механическому воздействию. Осадок извлекают из воды, нейтрализуют гидроксидом натрия и сбрасывают в канализацию.

Производительность описанной системы предочистки составляет 150 тыс. м^3 сточной воды в год, или $400\text{--}450 \text{ м}^3$ в сутки. Объем извлеченной жировой массы равен 8 м^3 в неделю с содержанием в нем 20% жира.

§ 101. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ И СБРОС СТОЧНЫХ ВОД

Несмотря на то что после биологической очистки число бактерий значительно уменьшается, некоторое их количество сохраняется. Так, после очистки сточных вод на биофильтрах

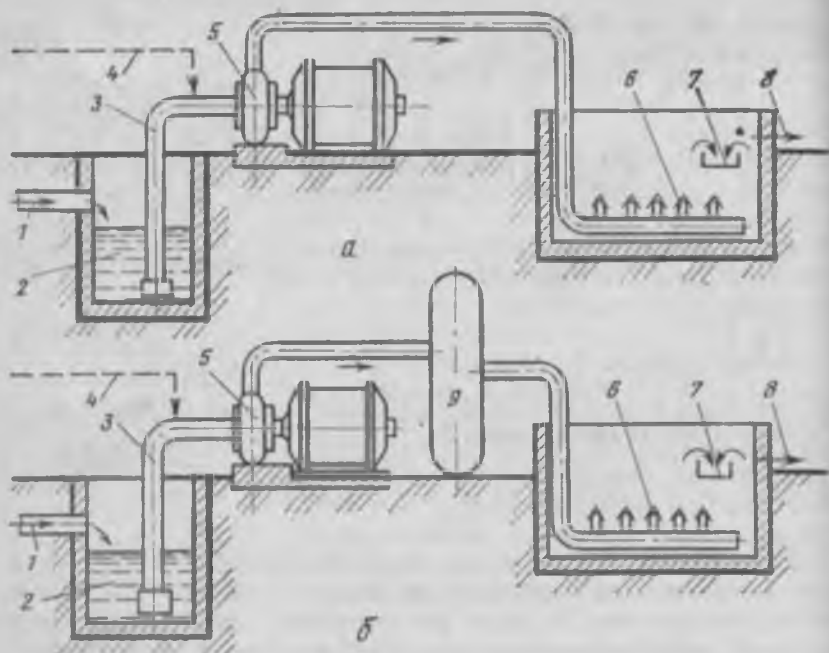


Рис. 115. Схемы флотационных установок:

а — безнапорной; *б* — напорной; 1 — подача воды на очистку; 2 — приемный резервуар; 3 — всасывающие трубы; 4 — воздухопровод; 5 — насос; 6 — флотационная камера; 7 — пеноборник; 8 — отвод очищенной воды; 9 — сатуратор

или аэротенках в сточной воде находится около 5% первоначального количества бактерий, а после очистки на полях фильтрации 1—2%.

Воду можно обеззараживать хлорированием, электролизом и облучением бактерицидными лучами.

Наиболее широкое распространение получил метод хлорирования. Расчетные дозы хлора для сточных вод мясокомбинатов следует принимать для воды, прошедшей очистку на биофильтрах или аэротенках, 10 г/м^3 . Время контакта хлора со сточной водой перед сбросом ее в водоем должно быть не менее 30 мин.

Для сброса сточной воды применяют выпуски, представляющие собой металлические трубы с одним (сосредоточенный сброс) или несколькими (рассеивающий сброс) отверстиями. Выпуски следует доводить до середины реки для предохранения дна от размыва. Наиболее распространены выпуски для рассеивающего сброса.

В процессе очистки производственных сточных вод образуются различные по химическому составу и физическим свойствам осадки. Объем осадков зависит от вида обрабатываемых стоков и метода очистки. При совместной очистке бытовых и производственных сточных вод объем образующихся осадков обычно не превышает 0,5—2% объема очищаемой воды. При локальной очистке (жироловка, песколовка, навозоуловитель) количество образующихся осадков может достигать 10—40% расхода сточных вод.

Проблема обезвреживания и утилизации осадков, выделяемых в процессе очистки стоков, является наиболее сложной, а технология обработки — наименее разработанной. Конечная цель обработки осадков сточных вод состоит в превращении их путем проведения ряда последовательных технологических операций в безвредный продукт, не вызывающий загрязнения окружающей среды. При этом ценные компоненты, содержащиеся в осадке, должны быть максимально утилизированы.

Канализационные отходы сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности могут быть использованы в качестве удобрений и топлива, а также для приготовления технических смазок и мыла. Непосредственное использование сточных вод в качестве удобрений для сельского хозяйства является наиболее простым способом их утилизации (поля орошения). Для удобрения почв можно также использовать свежие и сброженные осадки из отстойников. Осадок накапливается в осенне-зимнее время на иловых площадках или в иловых прудах и далее транспортируется по илопроводам (влажность 90—97%) или автотранспортом (влажность 60—80%) на сельскохозяйственные угодья.

Избыточный ил из аэротенков и отстойников содержит большое количество азота — до 4 и 9% в сухом виде; подсушенный на иловых площадках и обезвоженный ил можно направлять на изготовление топливных брикетов. Теплота сгорания таких брикетов составляет около 10 МДж/кг. В бактериальном отношении брикеты безопасны для человека, в них не содержится кишечной палочки и других патогенных микроорганизмов.

На крупных очистных сооружениях в специальных котельных установках сжигаются газообразные продукты, выделяющиеся в результате обработки осадка в метантенках. Горючий газ содержит до 75% метана, азот, водород, сероводород и другие газы; теплота сгорания около 20 МДж/кг.

Жировые отходы сточных вод улавливаются в жироловках, после специальной обработки их используют для выработки мыла, глицерина, стеарина.

За рубежом накоплен опыт полной утилизации канализационных отходов. В Швеции фирмой «Альфа-Лаваль» предложена установка «Сентримил», предназначенная для непрерывной переработки отходов сточных вод. Из перерабатываемого сырья получают технический жир и чистый конденсат. Установка оснащена дезодоратором, который предохраняет окружающий воздух от загрязнения парами и газами.

§ 103. ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К показателям, характеризующим работу очистных сооружений, относятся производительность, степень очистки сточных вод по различным компонентам (жирам, взвешенным веществам, БПК и т. д.), капитальные вложения, эксплуатационные расходы, расход электроэнергии и др.

Характеристика очистных сооружений и определение тех или иных показателей существенно зависят от состава очистных сооружений. Ниже приведены основные сооружения по очистке сточных вод предприятий молочной промышленности. К сооружениям локальной очистки сточных вод относятся усреднители, решетки, сита, песколовки, грязеуловители (горизонтальные, тангенциальные, вертикальные), маслоуловители, бензоуловители, жироловки (общие, цеховые, горизонтальные радиальные), нейтрализаторы, камеры коагуляции. Сооружения локальной очистки обычно располагают на территории завода, но они могут входить в состав станций очистки вне территории завода.

В неплощадочные сооружения включают первичные отстойники (горизонтальные, вертикальные, радиальные, двухъярусные, отстойники-септики), биоокислители (поля орошения, поля фильтрации, биопруды аэрируемые, рыбоводные, обычные), аэротенки (с низконапорной аэрацией, высоконапорной аэрацией, механической аэрацией, комбинированные), биофильтры (капельные высоконагружаемые, с пластмассовой нагрузкой), аэрофильтры, окситенки, флототенки, фильтротенки, биодиски, циркуляционные окислительные каналы (ЦОКи), вторичные отстойники (вертикальные, горизонтальные, радиальные), осветлители-перегиватели, дезинфекторы (контактные резервуары, хлораторные озонаторы, биологические пруды, метантенки), сооружения обработки ила — иловые площадки (с дренажем или без дренажа), илоуплотнители, фильтры, метантенки.

Для оценки работоспособности очистных сооружений необходимо иметь данные о составе сточных вод. Данные о составе сточных вод до и после очистки предоставляются в 3—5-кратном повторении. Пробы воды, как правило, берут среднесуточные или среднесменные в летнее и зимнее время.

18. Показатели сточных вод различных производств мясокомбинатов

Показатель	Цех					Канальная	Посолочное от-деление	Санитарная бойня
	предубойно-го содержания	мясо-жиро-вой	колбасный	консервный	кормовых технических фабрикатов			
Температура, °С	20	24	26	—	28	18	24	—
Прозрачность, см	1,2	1,1	1,1	—	1,3	0,6	0,7	—
Водородный показате-ль (рН)	7,6	7,2	7,3	—	7,1	7,5	6,8	6,8
Концентрация, мг/л:								
взвешенных веществ	3200	1800	2000	650	7300	2300	—	500
всех примесей	—	4100	3800	—	—	—	7400	—
растворенных при-месей	2500	—	—	—	3400	2100	—	—
общего азота	140	150	200	700	220	90	90	—
хлоридов	160	2100	1300	—	900	800	400	500
жиров	—	1500	2800	1000	5000	120	—	100
БПК ₅ , мг О ₂ /л	600	800	600	900	1000	900	1200	450

Для характеристики сточных вод предприятий в зависимости от места образования и состава сточных вод применяются разнообразные прямые или косвенные показатели. Основные показатели, применяемые в мясной и молочной промышленности, характеризуют общие свойства воды (органолептические, физико-химические), нерастворенные примеси (содержание взвешенных веществ и их зольность), растворенные вещества (общее содержание органических и неорганических примесей). Состав сточных вод и их объем зависят от источника их образования (цех, участок, отделение), выполняемой технологической операции, норм расхода воды и их соблюдения, исправности оборудования и т. п.

По составу сточные воды мясокомбинатов примерно аналогичны хозяйственно-бытовым стокам. Однако содержание загрязнителей в стоках мясокомбината в 7—10 раз выше. Сточные воды мясокомбината содержат большое количество крупных взвешенных частиц (кусочки мяса, жир, щетину, обрывки кишок, бумагу), а также разнообразные бактериальные загрязнения, в том числе и патогенные (табл. 18).

Для предприятий молочной промышленности концентрация органических веществ в сточных водах в основном обусловлена потерями сырья и молочной продукции в технологическом процессе (молоко, кефир, творожная масса, сыворотка и т. п.). Сточные воды после мойки оборудования и помещений также содержат значительное количество органических загрязнений

19. Показатели сточных вод различных заводов молочной промышленности

Показатель	Городские молочные заводы	Заводы сухого и сгущенного молока	Сыродельные заводы
Концентрация, мг/л:			
взвешенных веществ	350	350	600
общего азота	60	50	90
фосфора	8	7	16
жиров	До 100	До 100	До 100
хлоридов	150	150	200
БПК _{полн}	1200	1000	2400
Водородный показатель (рН)	6,5—8,5	6,8—7,4	2,2—7,0

Примечания. 1. Характеристику сточных вод маслодельных заводов и производства ШИМ ориентировочно допускается принимать по данным для заводов сгущенного и сухого молока, а производства казеина и сметанно-творожных продуктов — по данным для сыродельных заводов. 2. Концентрация жиров в сточных водах цехов, выпускающих высокожирную продукцию (масло, сливки, сметану), составляет 220—400 мг/л.

и относятся к производственным загрязненным сточным водам, которые также должны подвергаться очистке (табл. 19).

Нагрузка на очистные сооружения зависит от количества сбрасываемых сточных вод. При оценке работы предприятия необходимо пользоваться среднеотраслевыми коэффициентами расхода воды (в % общего водопотребления) по направлениям ее использования на технологические, вспомогательные и хозяйственные нужды (табл. 20).

Предприятия мясной и молочной промышленности нормируют качество отводимой воды по следующим показателям: полной биохимической потребности кислорода БПК_{полн}; химической потребности кислорода ХПК; взвешенным веществам; жирам и жироподобным веществам. В большинстве случаев данные показатели характеризуют и работу очистных сооружений.

Одной из характеристик сточной воды является приведенный сток, т. е. количество свежей воды (в м³), необходимое для разбавления 1 м³ сточных вод до определения требований водоемов; БПК_{нр} 6 мг/л, ХПК 25 мг/л, концентрация взвешенных веществ 30 мг/л, жира 1 мг/л.

Капитальные вложения и удельные капитальные затраты (на 1 м³ сточных вод или на 1 кг загрязнения по БПК или ХПК) зависят от многих факторов (состав сточных вод, метод очистки, мощность предприятия и т. д.). Так, удельные капитальные вложения при очистке сточных вод мясокомбинатов (механическая и биохимическая очистки в аэротенках с низконапорной флотацией) изменяются в среднем от 0,8 до

20. Использование воды на предприятиях, %

Использование воды на нужды	Мясная промышленность	Молочная промышленность
Технологические (включая мойку)	69,0	70,0
Вспомогательные	4,0	22,0
Хозяйственно-питьевые	27,0	8,0

2,75 руб. м³ сточных вод в год, а для станций биологической очистки предприятий молочной промышленности от 0,64 до 4,60 руб/м³ в год.

Общий показатель эксплуатационных затрат на очистку стоков включает следующие статьи годовых затрат, которые суммируют: материалы (реагенты и т. д.), заработная плата производственного персонала с начислениями на социальное страхование, электроэнергия, тепловая энергия, амортизационные отчисления, текущий ремонт, цеховые и прочие расходы. Существенное значение здесь имеют затраты электроэнергии, топлива, воды, пара и сжатого воздуха.

Для характеристики и сравнения очистных сооружений применяют такой показатель, как удельные эксплуатационные затраты (себестоимость очистки), определяемые отношением годовых эксплуатационных расходов к годовому количеству сточных вод Q , прошедших через очистные сооружения.

При оценке работы очистных сооружений применяют показатель экономической эффективности. Экономический эффект, достигаемый при очистке сточных вод, обуславливается интенсификацией работы очистных сооружений, снижением себестоимости очистки, повышением качества очистки стоков, утилизацией полезных веществ, образующихся в процессе очистки.

Экономический эффект может быть получен в результате применения новых или более совершенных методов очистки и обеззараживания сточных вод, более совершенных схем и технологий очистки, а также интенсификации работы отдельных очистных сооружений применительно к сточным водам предприятий.

Годовой экономический эффект определяют в результате сравнения технико-экономических показателей предлагаемого мероприятия (технического решения) с показателями аналогичного решения. При этом сравниваемые объекты должны быть одинаковыми по производительности очищаемых сточных вод (отклонения не должны превышать 10%).

§ 104. ВЫБОР СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ И ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Выбор системы канализации и очистных сооружений зависит от санитарной, технической и экономической оценки различных вариантов. Например, необходимо сделать выбор между общесплавной и раздельной системами канализации, большим заглублением канализационных сетей без устройства насосных станций и меньшим заглублением с подъемом сточных вод насосными станциями, биологической очисткой сточных вод в искусственно созданных условиях и т. д.

Показателями, характеризующими экономичность различных вариантов канализации, являются строительная стоимость сооружений и годовые эксплуатационные расходы. Если по одному из сравниваемых вариантов капиталовложения больше, а себестоимость ниже, а по другому — наоборот, то расчеты ведут по методу окупаемости дополнительных капиталовложений.

На основании практических данных и конкретных условий спуска вод на предприятиях мясной и молочной промышленности могут быть приняты механическая или биологическая, полная или неполная, естественная или искусственная очистки.

При механической очистке в зависимости от производительности станций можно применять следующие типы очистных сооружений: при расходе до $300 \text{ м}^3/\text{сут}$ — двухъярусные отстойники, хлораторная установка, иловые площадки; при расходе до $10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$ — решетки, песколовки, двухъярусные отстойники, хлораторная установка, контактные резервуары, иловые площадки; при расходе более $10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$ — решетки, песколовки, горизонтальные отстойники, хлораторная установка, контактные резервуары, метантенки, иловые площадки.

При биологической очистке, кроме сооружений для механической очистки, обработки осадка и обеззараживания сточных вод, в зависимости от климатических и других местных условий и технико-экономических сравнений, применяют при суточном расходе до $50 \text{ м}^3/\text{сут}$ поля подземной фильтрации, поля фильтрации или биофильтрации или биологические пруды; при расходе до $10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$ — поля фильтрации, биофильтры или биологические пруды; при расходе более $10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$ — аэротенки, высоконагружаемые биофильтры.

К местным условиям, влияющим на выбор типов сооружений, относятся наличие достаточных размеров земельных участков для них, климат, характер грунтов, уровень грунтовых вод, рельеф территории участков, их расположение относительно объекта канализирования и ряд других условий.

В случае спуска сточных вод мясо- или молкомбината в городскую канализационную сеть выбор метода очистки определяется требованиями к качеству сточных вод, предъявляемыми службой водоканализации города.

Предприятия, расположенные в сельской местности, обеспечиваются, как правило, очистными сооружениями с полной биологической очисткой сточных вод в естественных или искусственных условиях. При этом выбор систем канализации и очистных сооружений зависит от производственной мощности предприятий, особенностей технологических процессов, а также местных условий.

§ 105. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Построенные очистные сооружения принимает в эксплуатацию специальная комиссия с обязательным участием представителей Государственной санитарной инспекции и бассейновой инспекции. Приемка заключается в проверке соответствия сооружений утвержденному проекту. Для этого проводят выборочные промеры и контрольные нивелировки. Особое внимание обращают на водонепроницаемость сооружений, что устанавливается обязательным заполнением их чистой водой. Применение для этого сточных вод не разрешается, так как они затрудняют обнаружение дефектов и их последующее устранение.

На все подземные коммуникации и части сооружений предъявляют акты приемки скрытых работ, оформляемые в процессе строительства и содержащие результаты испытаний. При наличии каких-либо недоделок очистные сооружения не принимают в эксплуатацию.

После приемки сооружений наступает пусковой период, или пробная эксплуатация. В это время проверяют и регулируют работу отдельных сооружений и всего комплекса в целом. Для решеток, песколовков, отстойников, хлораторных и иловых площадок требуется непродолжительный пусковой период, в течение которого регулируют и налаживают механизмы, арматуру, измерительные и распределительные устройства. Сооружения, в которых протекают биохимические процессы, имеют длительный пусковой период (2—3 месяца).

Пусковой период двухъярусных отстойников необходим для созревания осадка в иловой камере, создания метанового брожения и установления оптимального режима работы осадочных желобов. Во время пробной эксплуатации биофильтров образуется биологическая пленка на поверхности загрузки. В рабо-

ту биофильтры запускают обычно в теплое время года, когда биологическая пленка образуется быстрее. В пусковой период аэротенков накапливается необходимая доза активного ила, а на полях орошения и фильтрации развиваются почвенные аэробные микроорганизмы, участвующие в очистке сточных вод.

В период наладки очистных сооружений с эксплуатационниками проводят занятия по технологии очистки, правилам технической эксплуатации и требованиям безопасности. Необходимо отметить, что при неудовлетворительной наладке в пусковой период и неправильной эксплуатации даже идеально построенные очистные сооружения могут работать неэффективно.

Нормальная работа очистных сооружений может быть достигнута только надлежащим уходом и постоянным контролем за ходом процесса очистки. При этом необходимо контролировать качество очистки сточных вод, которое не должно быть ниже установленных норм. Нарушение нормальной работы очистных сооружений может быть вызвано следующими причинами:

- перегрузкой сооружений в результате превышения расчетного расхода сточных вод или их повышенной концентрации;
- перерывами в электроснабжении;
- невыполнением графиков планово-предупредительного ремонта оборудования;
- нарушением обслуживающим персоналом правил технической эксплуатации.

Для обеспечения бесперебойной работы очистных сооружений обслуживающий персонал обязан регистрировать суточное поступление сточных вод и отмечать количественное колебание их по часам суток; вести учет количества осадков, ила, воздуха и регистрировать все анализы и измерения в специальных журналах.

При эксплуатации очистных сооружений (песколовок, жиroleвок, бензомаслоуловителей и др.) необходимо своевременно удалять задержанные примеси.

Отстойники освобождают от осадка 1—2 раза в сутки, открывая задвижку на илопроводе постепенно, для того чтобы осадок успевал сползти к входному отверстию трубы. Подачу сточной жидкости в отстойник не прекращают. Засорение илопровода устраняют при помощи специальных устройств (трубы с загнутым концом и стальной проволоки, поршнем через контрольный стояк, при помощи гибкого вала, размывом струей воды). При эксплуатации двухъярусного отстойника ил из эмшера выпускают по окончании брожения и созревания (1 раз в 8—10 дней).

Биологические фильтры перед пуском в работу промывают и загружают на 10—25% расчетной загрузки, постепенно увеличивая ее. Биофильтр включают в нормальную эксплуатацию обычно в теплое время года, примерно через один месяц после появления на поверхности загрузочного материала созревшей биологической пленки.

Особое внимание при эксплуатации очистных сооружений уделяется требованиям безопасности. Перед пуском в эксплуатацию с обслуживающим персоналом проводятся занятия по соответствующим программам. После обучения специальная комиссия проверяет знания работников, что фиксируется в специальном журнале. Все работы, связанные с обслуживанием очистных сооружений, должны проводиться в строгом соблюдении Правил техники безопасности при эксплуатации водопроводных и канализационных сооружений и систем предприятий мясной и молочной промышленности.

Меры по безопасности эксплуатации предусматривают для каждого сооружения. Так, в зоне метантенков запрещается курить, выполнять сварку или осуществлять работы, связанные с ударом металла о металл, могущие вызывать искры и открытое пламя.

Все колодцы на станции и заглубления до осмотра следует проветривать в течение 2 ч или искусственно вентилировать.

Рабочие, имеющие контакт со сточными водами, должны ежегодно проходить медицинский осмотр. К работе не допускаются лица, имеющие царапины на руках и на других открытых частях тела. Все рабочие снабжаются спецодеждой по специальным нормам. На рабочих местах очистных сооружений или вблизи от них должны быть умывальники, мыло, 5%-ный раствор хлорной воды, полотенце, бак с питьевой водой, а для рабочих, имеющих постоянный контакт с осадком сточных вод, — горячий душ.

§ 106. РАСЧЕТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Расчет решеток. При расчете решеток определяют их размеры (число прозоров, ширину) и потери напора, которые возникают при прохождении сточных вод через решетку. Затем по каталогам подбирают подходящую типовую решетку.

Число прозоров n определяют по формуле

$$n = 1,05 \frac{Q}{b h v_p},$$

где Q — расход сточной воды, м³/с; b — ширина прозора, м (от 5 до 25 мм); h — глубина протока, м; v_p — скорость движения сточной воды в прозорах решетки, м/с (принимают от 0,8 до 1 м/с).

Ширину решетки B_p (в м) определяют по формуле

$$B_p = b \cdot n + S(n-1),$$

где S — толщина стержня, мм.

Потери напора в решетке можно определить по формуле

$$P = \xi \frac{v_1^2}{2g} K,$$

где ξ — коэффициент сопротивления, определяемый по формуле $\xi = \beta(S/b)^{4/3} \sin \alpha$; v_1 — скорость сточных вод перед решеткой, м/с (принимают 0,7—0,8 м/с, что предупреждает выпадение осадков перед решеткой); K — коэффициент увеличения напора в результате засорения (принимают 2—3); β — коэффициент, учитывающий форму поперечного сечения стержней решетки, принимают 1,79 (для круглых стержней), 2,42 (для прямоугольных), 1,83 (для прямоугольных стержней с закругленными ребрами); α — угол наклона решетки.

Расчет песколовок-жироловок. При расчетах песколовок-жироловок определяют расчетный расход сточных вод, геометрические размеры сооружения и подбирают фекальный насос для откачки осадка.

Максимальный часовой расход сточных вод $Q_{\frac{ч}{\text{макс}}}$ (в м³/ч)

определяют по формуле

$$Q_{\frac{ч}{\text{макс}}} = m \cdot P \cdot K_q / t, \quad (15)$$

где m — укрупненная норма водоотведения, м³ на единицу продукции; P — производственная мощность предприятия, т в смену; K_q — часовой коэффициент неравномерности водоотведения ($K_q = 2,5$); t — число часов работы в смену ($t = 7-8$ ч).

Песколовка-жироловка представляет собой удлиненную емкость прямоугольного поперечного сечения с размерами: B — ширина, h — глубина проточной части и L — длина проточной части.

Сточная жидкость попадает в песколовку-жироловку через лоток и проходит под погружной доской к жиросборным воронкам. При прохождении сточной воды от лотка до жиросборных воронок частицы жира всплывают на поверхность, а твердые частицы минерального происхождения (песок, шлак и т. п.) выпадают в осадок в специальных приемках. Скорость горизонтального перемещения сточной воды принимают равной минимальной скорости всплывания жировых частиц.

Всплывший жир через воронку и трубы направляется в жиросборный колодец. Размеры поперечного сечения песколовки-жироловки можно определить из уравнения равномерного движения:

$$F = \frac{Q_{\frac{ч}{\text{макс}}}}{v \cdot 3600},$$

где F — площадь живого сечения потока, м².

В практике часто принимают равенство $h=B$, тогда $B=h=1/\sqrt{F}$, м. Полученные данные можно округлить до конструктивно удобных.

Длину проточной части L (в м) можно определить по формуле

$$L = t \cdot v,$$

где t — время пребывания сточной воды в песколовке-жироловке, мин (принимают равным 10—15 мин); v — горизонтальная скорость движения сточной воды в песколовке-жироловке, мм/с (принимают равной 12—20 мм/с).

Подбор насоса для откачки осадка. Для периодического удаления осадка из песколовки-жироловки рекомендуется применять специальные фекальные насосы НФ, которые следует подбирать на расчетный расход $Q_{\text{макс}}$, чтобы обеспечить процесс очистки за 1 ч.

При подборе насоса его необходимый напор можно определить исходя из конкретной схемы трубопровода и установки насоса. При определении диаметра напорного трубопровода скорость движения осадка в трубах можно принять в пределах 0,7—2 м/с. Потери в местных сопротивлениях можно принять равными потерям на трение. Затем выбирают марку насоса по техническим характеристикам, приведенным в специальной литературе.

Расчет отстойника. В основе расчета всех типов отстойников лежит заданный эффект задержания взвешенных веществ, который выбирают с учетом обеспечения нормальных условий работы последующих очистных сооружений. Размеры отстойников представляют по следующим формулам:

длина горизонтальных отстойников

$$L = \frac{v \cdot H}{K \cdot U_0},$$

радиус радиальных, вертикальных отстойников

$$R = \sqrt[3]{\frac{Q}{3,6\pi \cdot K \cdot U_0}},$$

$$Q_{\text{макс}} = \frac{m \Pi K_0}{t},$$

Пример. Определить расчетный расход сточных вод и геометрические размеры песколовки-жироловки для очистки сточных вод мясокомбината по следующим данным: производственная мощность предприятия 25 т/см; скорость движения сточных вод 15 мм/с; продолжительность пребывания сточной воды в песколовке-жироловке 10 мин.

1. Определим расчетный расход сточных вод по формуле (15), где $m = 20,2 \text{ м}^3/\text{т}$; $K_q = 2,5$; $t = 8 \text{ ч}$;

$$Q_{\frac{q}{\text{макс}}} = \frac{20,2 \cdot 2,5 \cdot 2,5}{8} = 158,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Определим геометрические размеры песколовки-жироловки. Приняв $h = B$, имеем

$$B = h = \sqrt{\frac{Q_{\frac{q}{\text{макс}}}}{v \cdot 3600}}.$$

где v — горизонтальная скорость движения сточной воды, $v = 15 \text{ мм/с}$;

$$B = h = \sqrt{\frac{158,1}{0,015 \cdot 3600}} = 1,43 \text{ м}.$$

Принимаем $B = h = 1,6 \text{ м}$. Длина проточной части L сооружения составит при $t = 10 \text{ мин}$

$$L = 10 \cdot 60 \cdot 0,015 = 9,5 \text{ м}.$$

Далее при необходимости осуществляют подбор фекального насоса для откачки осадка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Каково народнохозяйственное значение очистки сточных вод?
2. Что такое биохимическая и химическая потребность сточных вод в кислороде?
3. Какие способы очистки сточных вод существуют?
4. Назовите основные сооружения для механической очистки сточных вод.
5. В чем сущность биологической очистки сточных вод?
6. Чем отличаются поля фильтрации от полей орошения?
7. Какие процессы происходят в биофильтрах?
8. По каким основным показателям подбирают очистные сооружения для различных производств?
9. Назовите основные правила безопасности труда при эксплуатации очистных сооружений.
10. По каким основным параметрам рассчитывают решетки, песколовки-жироловки и отстойники?

Приложения

Приложение I

Условные графические изображения и обозначения на чертежах генерального плана (ГОСТ 21.105-78)

Здание (зонуруемое):

подземное и фундаменты, отмостки, планировочный рельеф

подземное

подлежащее реконструкции

подлежащее сносу

предусматриваемое к расширению

Проезд, проход в уровне первого этажа здания

Площадь производственная складская (открытая) без покрытия

То же, с покрытием

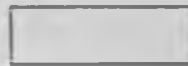
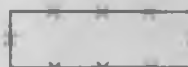
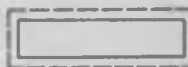
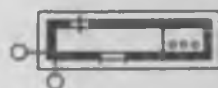
Платформа с пандусом и лестницей

Условные графические обозначения воздуховодов, элементов отопления и вентиляции (ГОСТ 2.786-70; СТ СЭВ 2827-80; СТ СЭВ 2828-80)

Труба отопительная ребристая, регистр, конвектор

Радиатор, панель отопительная

Воздуховод круглого сечения



На плане

Вид спереди



Отверстие или решетка для забора воздуха
Отверстие или решетка для выпуска воздуха

Вентилятор центробежный

Агрегат воздушно-отопительный

Камера вентиляционная приточная

Кондиционер

Графические обозначения материалов в сечениях
(ГОСТ 2.306-68, СТ СЭВ 860-78)

Волокнистые неметаллические материалы

Бетон

Естественный грунт

Общее обозначение неметаллических материалов

Глина

Песок, асбестоцемент, гипс, замазка,
лепнина, раствор и т. д.

Засыпка из любого материала

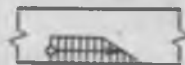
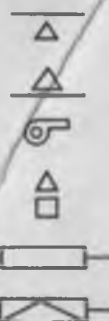
Условные обозначения пандусов и лестниц (ГОСТ 21.107-78)

Пандус на плане и в разрезе

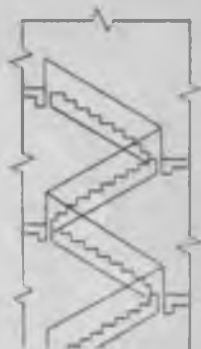
Лестница на плане:
верхний марш

промежуточные марши

нижний марш



Лестница в разрезе (масштаб 1:100 и меньше)



Условные графические обозначения санитарно-технических устройств
(ГОСТ 2.786-70, СТ СЭВ 2827-80, СТ СЭВ 2828-80)

Трап напольный

Раковина

Умывальник

Унитаз с напольным выпуском

Сетка душевая

Фонтанчик питьевой

Условные изображения окон и дверей
(ГОСТ 21.107-78)

Проем оконный:
без четвертей в плане и разрезе

с четвертями в плане и разрезе

Дверь (ворота):

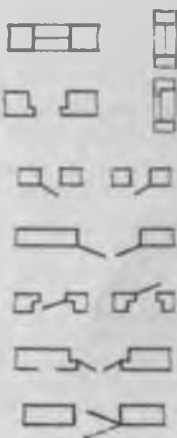
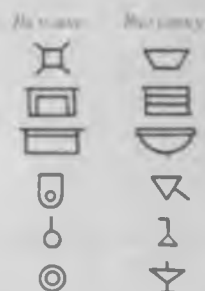
однопольные в проеме без четвертей
в плане

двупольные в проеме без четвертей
в плане

однопольные в проеме с четвертями
в плане

двупольные в проеме с четвертями
в плане

Дверь однопольная с качающимся полотном в
плане



Теплотехнические характеристики некоторых строительных конструкций

Ограждение	Массивность ограждения	$K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$R, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
Стена:			
из обыкновенного кирпича с внутренней штукатуркой (на тяжелом растворе)			
1,5 кирпича (400 мм)	Средняя	1,54	0,65
2 > (530 мм)	>	1,23	0,81
2,5 > (660 мм)	Массивная	1,04	0,96
3 > (790 мм)	>	0,88	1,14
однослойная из керамзитобетона толщиной 200 мм	Легкая	1,12	0,9
Покрытие железобетонное бесчердачное из двухпустотного сборного настила толщиной 140 мм с утеплителем (пенобетон толщиной 160 мм)	>	0,76	1,32

Значения температурных перепадов $\Delta t^\circ, ^\circ\text{C}$

Здания и помещения	Для наружных стен	Для бесчердачных покрытий и бесчердачных перекрытий
Производственные здания с сухим режимом (влажность внутреннего воздуха до 50%)	10	8
Производственные здания с нормальным режимом (влажность св. 50 до 60%)	8	7
Производственные здания, а также помещения общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий с влажным (влажность св. 60 до 75%) или мокрым (влажность св. 75%) режимом, если:		
не допускается конденсация влаги на внутренней поверхности стен и потолков	$t_a - t_p$	0,8 ($t_a - t_p$)
не допускается конденсация влаги на внутренней поверхности только потолков	7	0,9 ($t_a - t_p$)

Примечание. t_a — температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$; t_p — температура точки росы внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$.

Приложение 4
Основные физико-технические показатели некоторых теплоизоляционных и строительных материалов

Материалы	Объемная масса, кг/м³	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Удельная теплота сгорания, кДж/(кг·°С)	Размеры изделия, мм		
				длина	ширина	толщина
Плиты жесткие из минеральной ваты на битумной связке	350—400	0,087	0,84	1000	500	40 (50, 60)
То же, специальные (минеральная проба)	300—350	0,081	0,84	1000	500	40 (50, 60)
Плиты торфяные изоляционные	300	0,064	2,3	1000	500	30 (50)
То же	200	0,052	2,3	1000	500	30 (50)
Плиты из ячеистого бетона (на цементной основе автоклавного твердения), пенобетон	До 400 (А)	0,139	0,84	1000	500	80 (до 200 по рез 20)
То же	До 500 (Б)	0,174	0,84	1000	500	80 (до 200 по рез 20)
Плиты из пенополистирола ПС-1	70—200	0,046	1,34	1000	600	40 (50, 60, 80)
То же, ПС-4	45—80	0,058	1,34	1000	600	40 (50, 60, 80)
Плиты из поливинилхлорида ПВХ-1	90—130	0,052	1,30	1000	500	40 (50, 60, 80)
То же, ПВХ-2	100—130	0,064	1,30	1000	500	40 (50, 60, 80)
Стиропор ПСВ-С	20—30	0,052	1,34	1000	500	40 (50, 100)
Пробковые плиты	250	0,07	2,10	1000	500	60 (80, 100)
То же	150	0,058	2,10	1000	500	60 (80, 100)
Кирпичная кладка на тяжелом растворе	1800	0,56	0,88	250	120	65
Железобетон	2500	1,69	0,84	—	—	—
Штукатурка цементно-песчаная	1800	0,58	0,84	—	—	—
То же, цементно-известково-песчаная	1700	0,62	0,84	—	—	8—10
Асбестоцементные плиты и листы	1900	0,35	0,84	—	—	—
Гравий керамзитовый	300	0,11 (0,155)	0,84	—	—	—
То же	600	0,14	0,84	250	—	—
Керамзитобетон в стеновых панелях	1000	0,33	0,84	6000	800 (1200)	150 (200, 240, 250, 300, 400)

Примечание. В скобках даны дополнительные размеры.

Варианты расчетных данных по санитарно-техническим системам

К расчету отопления		К расчету вентиляции				К расчету водоснабжения			
Начальная буква фамилии	Тип нагревательного прибора	Начальная буква имени	Воздухообмен, тыс. м ³ /ч	$\rho_{\text{нач}}$, мг/м ³	$\rho_{\text{ком}}$, мг/м ³	Начальная буква отчества	q , л/с	$h_{\text{св}}$, Па	$h_{\text{ост}}$, Па
А	М-140	А	20	5	0,5	А	1	30	300
Б	М-140	Б	20	5	0,5	Б	1	30	300
В	М-140	В	20	5	0,5	В	1	30	300
Г	М-140	Г	20	5	0,5	Г	1	30	300
Д	М-140	Д	20	5	0,5	Д	1	30	300
Е	РД-90	Е	30	10	1,0	Е	2	20	200
Ж	РД-90	Ж	30	10	1,0	Ж	2	20	200
З	РД-90	З	30	10	1,0	З	2	20	200
И	РД-90	И	30	10	1,0	И	2	20	200
К	РД-90	К	30	10	1,0	К	2	20	200
Л	РД-26	Л	40	20	2,0	Л	3	30	300
М	РД-26	М	40	20	2,0	М	3	30	300
Н	РД-26	Н	40	20	2,0	Н	3	30	300
О	РД-26	О	40	20	2,0	О	3	30	300
П	РД-26	П	40	20	2,0	П	3	30	300
Р	МЗ-500	Р	50	5	0,5	Р	1	20	200
С	МЗ-500	С	50	5	0,5	С	1	20	200
Т	МЗ-500	Т	50	5	0,5	Т	1	20	200
У	МЗ-500	У	50	5	0,5	У	1	20	200
Ф	МЗ-500	Ф	50	5	0,5	Ф	1	20	200
Х	МЗ-500	Х	60	10	1,0	Х	2	30	300
Ц	МЗ-500	Ц	60	10	1,0	Ц	2	30	300
Ч	МЗ-500	Ч	60	10	1,0	Ч	2	30	300
Ш	МЗ-500	Ш	60	10	1,0	Ш	2	30	300
Щ	МЗ-500	Щ	60	10	1,0	Щ	2	30	300
Э	МЗ-500	Э	15	20	2,0	Э	3	20	200
Ю	МЗ-500	Ю	15	20	2,0	Ю	3	20	200
Я	МЗ-500	Я	15	20	2,0	Я	3	20	200

Скорость движения воды v (в м/с) в гидравлический уклон 1000:1 (потери напора на единицу длины) при условном проходе трубы, мм

Рас-
ход
воды,
л/с

Скорость движения воды в (в м/с) на гидравлический уклон 1000:1 (потери напора
на единицу длины) при условном проходе трубы, мм

15		20		25		32		40		50		70		80		100		
в	1000л	в	1000л	в	1000л	в	1000л	в	1000л	в	1000л	в	1000л	в	1000л	в	1000л	
0,08	0,47	66,9	0,25	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,1	0,59	100,2	0,31	21,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,12	0,71	139,9	0,37	29,2	0,22	8,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,3	1,77	807	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39	—	—	—	—	—	—	—	
0,4	2,36	1435	1,25	265,6	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98	—	—	—	—	—	—	—	
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,4	13,4	—	—	—	—	—	—	—	
0,6	3,54	—	1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,4	0,24	3,75	—	—	—	—	—	
0,7	4,13	—	2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,28	5,18	—	—	—	—	—	
0,8	4,72	—	2,5	1062	1,5	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,33	6,81	0,23	2,62	—	—	—	
0,9	5,31	—	2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77,7	0,72	38,9	0,38	8,64	0,26	3,23	—	—	—	
1	5,90	—	—	—	1,87	427,8	1,05	93,6	0,8	47,2	0,42	10,7	0,29	3,89	0,2	1,64	—	
1,2	7,08	—	—	—	2,24	616	1,25	132	0,95	66,1	0,57	18	0,35	5,88	0,24	2,26	—	
1,4	8,26	—	—	—	2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,4	7,08	0,28	2,97	—	
1,6	9,44	—	—	—	2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77	—	
1,8	10,62	—	—	—	—	—	1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65	—	
2	11,80	—	—	—	—	—	2,08	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,4	5,61	0,24	1,52
2,2	12,98	—	—	—	—	—	2,28	435,7	1,71	211,7	1,04	54,8	0,66	15,7	0,52	9,01	0,31	2,42
2,4	14,16	—	—	—	—	—	2,48	504,6	1,83	245,6	1,13	64,7	0,75	17,9	0,6	11,7	0,35	3,13
2,6	15,34	—	—	—	—	—	2,68	573,5	1,95	279,5	1,22	74,9	0,86	20,1	0,73	16,3	0,42	4,34
2,8	16,52	—	—	—	—	—	2,88	642,4	2,07	313,4	1,31	85,1	0,97	22,3	0,81	19,8	0,47	5,35
3	17,70	—	—	—	—	—	3,08	711,3	2,19	347,3	1,41	95,7	1,04	24,5	0,89	21,9	0,51	6,36
3,2	18,88	—	—	—	—	—	3,28	780,2	2,31	381,2	1,5	106,1	1,15	26,7	0,93	24,1	0,54	7,37
3,4	20,06	—	—	—	—	—	3,48	849,1	2,43	415,1	1,59	117,1	1,26	28,9	1,01	26,9	0,57	8,38
3,6	21,24	—	—	—	—	—	3,68	918,0	2,55	449,0	1,68	128,1	1,37	31,1	1,09	29,1	0,6	9,39
3,8	22,42	—	—	—	—	—	3,88	986,9	2,67	482,9	1,77	139,1	1,48	33,3	1,17	31,3	0,63	10,40
4	23,60	—	—	—	—	—	4,08	1055,8	2,79	516,8	1,86	150,1	1,59	35,5	1,25	33,5	0,65	11,41
4,2	24,78	—	—	—	—	—	4,28	1124,7	2,91	550,7	1,95	161,1	1,7	37,7	1,33	35,7	0,67	12,42
4,4	25,96	—	—	—	—	—	4,48	1193,6	3,03	584,6	2,04	172,1	1,81	39,9	1,41	37,9	0,69	13,43
4,6	27,14	—	—	—	—	—	4,68	1262,5	3,15	618,5	2,13	183,1	1,92	42,1	1,49	40,1	0,71	14,44
4,8	28,32	—	—	—	—	—	4,88	1331,4	3,27	652,4	2,22	194,1	2,02	44,3	1,57	42,3	0,73	15,45
5	29,50	—	—	—	—	—	5,08	1400,3	3,39	686,3	2,31	205,1	2,12	46,5	1,65	44,5	0,75	16,46
5,2	30,68	—	—	—	—	—	5,28	1469,2	3,51	720,2	2,4	216,1	2,22	48,7	1,73	46,7	0,77	17,47
5,4	31,86	—	—	—	—	—	5,48	1538,1	3,63	754,1	2,49	227,1	2,32	50,9	1,81	48,9	0,79	18,48
5,6	33,04	—	—	—	—	—	5,68	1607,0	3,75	788,0	2,58	238,1	2,42	53,1	1,89	51,1	0,81	19,49
5,8	34,22	—	—	—	—	—	5,88	1675,9	3,87	821,9	2,67	249,1	2,52	55,3	1,97	53,3	0,83	20,50
6	35,40	—	—	—	—	—	6,08	1744,8	3,99	855,8	2,76	260,1	2,62	57,5	2,05	55,5	0,85	21,51
6,2	36,58	—	—	—	—	—	6,28	1813,7	4,11	889,7	2,85	271,1	2,72	59,7	2,13	57,7	0,87	22,52
6,4	37,76	—	—	—	—	—	6,48	1882,6	4,23	923,6	2,94	282,1	2,82	61,9	2,21	59,9	0,89	23,53
6,6	38,94	—	—	—	—	—	6,68	1951,5	4,35	957,5	3,03	293,1	2,92	64,1	2,29	62,1	0,91	24,54
6,8	40,12	—	—	—	—	—	6,88	2020,4	4,47	991,4	3,12	304,1	3,02	66,3	2,37	64,3	0,93	25,55
7	41,30	—	—	—	—	—	7,08	2089,3	4,59	1025,3	3,21	315,1	3,12	68,5	2,45	66,5	0,95	26,56
7,2	42,48	—	—	—	—	—	7,28	2158,2	4,71	1059,2	3,3	326,1	3,22	70,7	2,53	68,7	0,97	27,57
7,4	43,66	—	—	—	—	—	7,48	2227,1	4,83	1093,1	3,39	337,1	3,32	72,9	2,61	70,9	0,99	28,58
7,6	44,84	—	—	—	—	—	7,68	2296,0	4,95	1127,0	3,48	348,1	3,42	75,1	2,69	73,1	0,99	29,59
7,8	46,02	—	—	—	—	—	7,88	2364,9	5,07	1160,9	3,57	359,1	3,52	77,3	2,77	75,3	0,99	30,60
8	47,20	—	—	—	—	—	8,08	2433,8	5,19	1194,8	3,66	370,1	3,62	79,5	2,85	77,5	0,99	31,61
8,2	48,38	—	—	—	—	—	8,28	2502,7	5,31	1228,7	3,75	381,1	3,72	81,7	2,93	79,7	0,99	32,62
8,4	49,56	—	—	—	—	—	8,48	2571,6	5,43	1262,6	3,84	392,1	3,82	83,9	3,01	81,9	0,99	33,63
8,6	50,74	—	—	—	—	—	8,68	2640,5	5,55	1296,5	3,93	403,1	3,92	86,1	3,09	84,1	0,99	34,64
8,8	51,92	—	—	—	—	—	8,88	2709,4	5,67	1330,4	4,02	414,1	4,02	88,3	3,17	86,3	0,99	35,65
9	53,10	—	—	—	—	—	9,08	2778,3	5,79	1364,3	4,11	425,1	4,12	90,5	3,25	88,5	0,99	36,66
9,2	54,28	—	—	—	—	—	9,28	2847,2	5,91	1398,2	4,2	436,1	4,22	92,7	3,33	90,7	0,99	37,67
9,4	55,46	—	—	—	—	—	9,48	2916,1	6,03	1432,1	4,29	447,1	4,32	94,9	3,41	92,9	0,99	38,68
9,6	56,64	—	—	—	—	—	9,68	2985,0	6,15	1466,0	4,38	458,1	4,42	97,1	3,49	95,1	0,99	39,69
9,8	57,82	—	—	—	—	—	9,88	3053,9	6,27	1500,0	4,47	469,1	4,52	99,3	3,57	97,3	0,99	40,70
10	59,00	—	—	—	—	—	10,08	3122,8	6,39	1533,9	4,56	480,1	4,62	101,5	3,65	99,5	0,99	41,71

Серийно выпускаемое водопроводное насосное оборудование

Насосы	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Мощность электродвигателя, кВт
Консольные:				
К-8/18	8	18	2900	1,5
К-20/30	20	30	2900	4
К-45/30	45	30	2900	7,5
ЗК-6И	43,2	50	2900	13
ЗК-6И/1	41,2	45,5	2900	13
К-90/20	90	20	2900	7,3
4К-6У	90	87	2900	55
6К-8У	162	32,5	1450	30
Вихревые:				
ВК 1/16 (чугунный)	3,6	16	1450	1,5
ВК 1/16 (бронзовый)	3,6	16	1450	1,5
ВК 1/16 (из коррозионно-стойкой стали)	3,6	16	1450	1,5
ВСК 1/16 (чугунный)	7,2	26	1450	1,5
ВКС 1/16 (бронзовый)	7,2	26	1450	3
ВК 2/26 (чугунный)	7,2	26	1450	3
ВК 2/26 (бронзовый)	7,2	26	1450	3
ВК 2/26 (из коррозионно-стойкой стали)	7,2	26	1450	3
ВКС 2/26 (чугунный)	14,4	24	1450	3
ВКС 2/26 (бронзовый)	14,4	24	1450	5,5
ВК 4/24 (чугунный)	14,4	24	1450	5,5
ВК 4/24 (бронзовый)	14,4	24	1450	5,5
ВК 4/24 (из коррозионно-стойкой стали)	14,4	24	1450	5,5
ВКС 4/24 (чугунный)	18	24	1450	5,5
ВКС 4/24 (бронзовый)	18	24	1450	5,5
ВК 5/24 (чугунный)	18	24	1450	10
ВК 5/24 (бронзовый)	18	24	1450	10
ВК 5/24 (из коррозионно-стойкой стали)	18	24	1450	5,5
ВКС 5/24 (чугунный)	18	24	1450	11
ВКС 5/24 (бронзовый)	36	45	1450	17
ВК 10/45 (чугунный)	36	45	1450	30
ВК 10/45 (бронзовый)	36	45	1450	30
ВК 10/45 (из коррозионно-стойкой стали)	36	45	1450	30
ВКС 10/45 (чугунный)	36	45	1450	30
ВКС 10/45 (бронзовый)	36	45	1450	17
Центробежно-вихревые				
ЦВ 4/85	14,4	85	2900	17
ЦВ 5/105	18	105	2900	22
ЦВ-5/140	18	140	2900	30
ЦВ 6,3/160	22,7	160	2900	40

Нормы отведения сточных вод на предприятиях

Предприятие	Количество сточной воды от переработки 1 т сырья, м ³	Коэффициент часовой неравномерности притока сточных вод
Мясокомбинаты производительностью, тонн в смену:		
до 30	19,3	Для всех типов предприятий ориентировочно принимают 1,4—2,0
от 30 до 50	20,2	
свыше 50	21,3	
Мясоптицекомбинаты производительностью, тонн в смену:		
до 30	28,2	То же
от 30 до 50	28,1	»
свыше 50	27,8	»
Мясоперерабатывающие заводы производительностью, тонн в смену:		
до 20	13,6	»
от 20 до 40	15,0	»
свыше 50	17,0	»
Молокоприемные пункты и сепараторные отделения	1,1—4,5	»
Маслозаводы	1,8—4	1,9—2
Сыродельные заводы	5—6,5	1,6—1,8
Гормолзаводы	3—7	1,7—1,9
Заводы по производству:		
сухого молока	1,7—3,5	1,4—1,6
сгущенного молока	2,7—4,5	1,4—1,6
детских молочных продуктов	3,0—3,5	1,4—1,6

Список рекомендуемой литературы

Абрамов Н. Н. Водоснабжение. — М.: Стройиздат, 1982.

Богословский В. Н. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа, 1982.

Богуславский Л. Д., Малина В. С. Санитарно-технические устройства зданий. — М.: Высшая школа, 1983.

Буренин В. А. Основы промышленного строительства. — М.: Высшая школа, 1984.

Инженерное оборудование зданий/Под ред. В. С. Кедрова. — М.: Высшая школа, 1987.

Куприянова Л. М. Программирование, алгоритмические языки и вычислительная математика. — М.: Финансы и статистика, 1985.

Ливчак И. Ф., Воронов Ю. В. Охрана окружающей среды. — М.: Стройиздат, 1988.

Ливчак И. Ф., Иванова Н. В. Основы санитарной техники. — М.: Высшая школа, 1984.

Справочник по охране природы/Под ред. Н. П. Митрюшкина. — М.: Агропромиздат, 1987.

Хромец Ю. Н. Современные конструкции промышленных зданий М.: Стройиздат, 1982.

Предметный указатель

- Алебастр см. Гипс строительный
Анемометры ручные 168
Асфальтобетон 72
Аэротенки 270
- Бетон 65, 66
Бетоны ячеистые 67
Биофильтры 269
Блок-стакан см. Фундамент с удли-
ненным стаканом
Бризол 70
- Вентили 134
Вентиляторы 165
Водозаборы 200
Водонагреватели 218, 219
Воздухообмен 144
Воздухопроводы 160
Воздухораспределители 156, 158, 159
- Гидрозол 70
Гидроциклоны напорные 273
Гипс строительный 62
Глубина заложения фундамента 77
- Доломит каустический 63
Древесина 60
- Железобетон 65, 66
Жироловки 264
- Задвижки 133
Заполнения деревянные 101
Зона промышленно-коммунальная 20
— санитарно-защитная 11
Зонирование 15
- Известь воздушная 61
— гидравлическая 63
Изол 70
Источники воды поверхностные 199
— — подземные 199
- Калориферы 153
Камеры вытяжные 147
— каптажные 200
— лабиринтные 152
— осадочные 151
— приточные 147
Каркас неполный 31
— полный 31, 33, 80, 81
Карниз 90
- Керамика 61
Килобайт 185
Клапаны 135, 164
Конвекторы 131
Конденсатоотводчики 135
Колодцы 200
Кондиционеры 155, 156
Концентрация вредных веществ пре-
дельно допустимая 141, 261
Коэффициент застройки 15
— использования участка 15
Краны 134
Краски 76
Кратность воздухообмена 142
- Лаки
Лестницы аварийные 104, 105
- Магнезит каустический 63
Массивность ограждения 51
Мастики горячие 71
— холодные 71
Материалы акустические 68
— дегтевые 64
— листовые 75
— плиточные 75
— рулонные 75
Металлоизол 70
Метантенки 269
- Навозоуловители 265
- Обеспечение САПР 25, 26
Обезжелезивание воды 207
Озонирование воды 206
Основание 77
Отстаивание воды 204
Отстойники 265
- Панели 97, 106, 107
Парапет 90
Пенопласты 68
Пенополиуретан 68
Пеностекло 67
Пергамин 70
Перекрытия 83, 84, 111
Перекрышки 90
Перекрытия деревянные 101
— железобетонные 102
— стальные 101
Плиты каменного литья 61

§ 34. Покрытия	96
§ 35. Междуетажные перекрытия	96
§ 36. Полы	98
§ 37. Оконные проемы	101
§ 38. Ворота и двери	102
§ 39. Лестницы	104
§ 40. Облегченные строительные конструкции	105

Раздел II. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА 116

Глава 6. Системы отопления 116

§ 41. Назначение санитарно-технических устройств	116
§ 42. Классификация систем отопления	117
§ 43. Конструктивные схемы систем отопления	118
§ 44. Составные части систем отопления	129
§ 45. Монтаж систем отопления	136
§ 46. Эксплуатация систем отопления	137
§ 47. Пример расчета площади поверхности теплоотдачи нагревательных приборов	139

Глава 7. Системы вентиляции 140

§ 48. Основы вентиляции	140
§ 49. Определение количества воздуха, необходимого для вентиляции помещений	141
§ 50. Классификация систем вентиляции	143
§ 51. Принципиальные схемы воздухообмена	145
§ 52. Составные части вентиляционных систем	146
§ 53. Вентиляторы и вентиляторные установки	164
§ 54. Приборы контроля и автоматики	168
§ 55. Подбор вентиляционного оборудования	171
§ 56. Выбор системы вентиляции для различных помещений	172
§ 57. Монтаж систем вентиляции	173
§ 58. Эксплуатация систем вентиляции	175
§ 59. Требования безопасности и противопожарные мероприятия	176
§ 60. Пути снижения затрат на эксплуатацию систем отопления вентиляции и кондиционирования воздуха	177
§ 61. Общие сведения об использовании вычислительных машин для расчета санитарно-технических систем	182
§ 62. Пример расчета приточной системы вентиляции	189

Глава 8. Системы водоснабжения 190

§ 63. Требования, предъявляемые к качеству воды	190
§ 64. Нормы расхода воды и режим водопотребления	192
§ 65. Классификация систем водоснабжения	194
§ 66. Повторное и обратное водоснабжение	196
§ 67. Системы холодного водоснабжения	197
§ 68. Водоисточники	199
§ 69. Водозаборные сооружения	200
§ 70. Насосные станции	202
§ 71. Обработка воды	204
§ 72. Схемы и устройство водопроводных сетей	208
§ 73. Трубопроводы	210
§ 74. Арматура	211
§ 75. Приборы контроля и автоматики	213
§ 76. Системы горячего водоснабжения	214
§ 77. Производственное водоснабжение	219
§ 78. Эксплуатация систем водоснабжения	222

§ 79. Основные сведения об использовании вычислительных машин для расчета водопроводных сетей	224
§ 80. Пример расчета диаметра трубопровода тупиковой системы водоснабжения и подбор насоса	228
Г л а в а 9. Системы канализации	230
§ 81. Характеристика сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности	230
§ 82. Нормы и режимы водоотведения	232
§ 83. Условия спуска сточных вод в водоемы	233
§ 84. Классификация систем канализации	234
§ 85. Транспортирование сточных вод и гидравлический расчет трубопроводов	236
§ 86. Внутренняя канализация	238
§ 87. Условия присоединения системы канализации предприятия к городской канализационной сети	242
§ 88. Наружная канализация	243
§ 89. Эксплуатация систем канализации	248
§ 90. Мероприятия по уменьшению загрязненности и количества сточных вод, отводимых с предприятия	251
§ 91. Правила работы в колодцах	254
§ 92. Основные сведения об использовании вычислительных машин для расчета канализационных сетей	255
§ 93. Пример расчета диаметра труб и скорости движения сточных вод	257
Г л а в а 10. Системы очистки сточных вод	258
§ 94. Народнохозяйственное значение очистки сточных вод	258
§ 95. Биохимическая и химическая потребность сточных вод в кислороде	259
§ 96. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов	261
§ 97. Сооружения для механической очистки сточных вод	263
§ 98. Сооружения для обработки осадка	266
§ 99. Сооружения для биологической очистки сточных вод	268
§ 100. Современные методы очистки сточных вод	273
§ 101. Обеззараживание и сброс сточных вод	275
§ 102. Утилизация канализационных отходов	277
§ 103. Показатели работы очистных сооружений	278
§ 104. Выбор системы канализации и очистных сооружений для различных производств	282
§ 105. Эксплуатация очистных сооружений и требования безопасности	283
§ 106. Расчет очистных сооружений	285
Приложения	289
Список рекомендуемой литературы	298
Предметный указатель	299

Учебное издание

**Душин Иван Федорович
Попенко Леонид Яковлевич
Ющюс Альфонсас Ионович
Виноградов Юрий Николаевич**

**САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА
ПРЕДПРИЯТИИ
(МЯСНАЯ И МОЛОЧНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ)**

Учебное пособие для техникумов

Зав. редакцией *Б. Ф. Дубинин*
Редактор *Е. Н. Соколова*
Художественный редактор *Т. И. Мельникова*
Технический редактор *Н. Н. Зиновьева*
Корректор *Т. Р. Сидорова*

ИБ № 5813

Сдано в набор 13.03.91. Подписано в печать 30.05.91.
Формат 60×90^{1/16}. Бумага кн. журн. Гарнитура Литературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 19 Усл. кр.-отт. 19.
Уч.-изд. л. 20,38. Изд. № 454. Тираж 5500 экз. Заказ № 853.
Цена 1 р. 30 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,
107807, ГСП-6, Москва, Б-78, Садовая-Спаская ул., 18.

Московская типография № 11.
113105, Москва, Нагатинская ул., д. 1.