



УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



Н. А. ГЛУЩЕНКО, Л. Ф. ГЛУЩЕНКО

СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА

Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110305 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»



МОСКВА «КолосС» 2009

УДК 631.2(075.8)
ББК 38.75/.76я73
Г55

Редактор *Л. Л. Кожина*

Рецензент доктор технических наук *А. С. Гордеев* (Мичуринский государственный аграрный университет)

Глущенко Н. А., Глущенко Л. Ф.
Г55 Сооружения и оборудование для хранения продукции растениеводства и животноводства. — М.: КолосС, 2009. — 303 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
ISBN 978—5—9532—0453—8

Описаны современное состояние и тенденции развития в области проектирования, строительства и эксплуатации сооружений для хранения сельскохозяйственной продукции. Рассмотрено основное оборудование, используемое при хранении продукции растениеводства и животноводства, а также продуктов ее переработки: муки, крупы, овощей, плодов, мяса и молока. Изложены основные принципы расчета, подбора и эксплуатации оборудования.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110305 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», а также для студентов других специальностей и специалистов, изучающих основы хранения сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки.

УДК 631.2(075.8)
ББК 38.75/.76я73

*Оригинал-макет книги является собственностью издательства «КолосС»,
и его воспроизведение в любом виде, включая электронный,
без согласия издателя запрещено.*

ISBN 978—5—9532—0453—8

© Издательство «КолосС», 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

●

Учебное пособие подготовлено согласно программе дисциплины «Сооружения и оборудование для хранения продукции растениеводства и животноводства» и содержит пять глав, в которых раскрываются основные вопросы по проектированию сооружений и устройству оборудования для хранения сельскохозяйственной продукции, а также приводится описание основ технологии, хранилищ и оборудования, используемых для хранения определенного вида продукции. При написании данной работы авторы стремились отразить историю, современное состояние и перспективы развития строительства сооружений и оборудования для хранения сельскохозяйственной продукции.

Цель дисциплины — формирование у студентов необходимых теоретических знаний о сооружениях и оборудовании для хранения сельскохозяйственной продукции с перспективами их развития, а также приобретение практических навыков в решении конкретных производственных задач отрасли.

Основные задачи дисциплины: изучение конструкций сооружений и оборудования для хранения зерна и зернопродуктов, плодов и овощей, мяса и мясопродуктов, молока с основами их эксплуатации; освоение принципов расчета и подбора технологического оборудования; ознакомление студентов с перспективными методами управления технологическими процессами на предприятиях отрасли.

Решению всех поставленных задач призвано помочь данное учебное пособие.

Однако, занимаясь изучением таких дисциплин, как «Сооружения и оборудование для хранения продукции растениеводства и животноводства», следует помнить, что работа по созданию новых способов хранения и технических средств для их реализации ведется постоянно, поэтому рекомендуется не ограничиваться только сведениями, приведенными в этом учебном пособии, а постоянно следить за публикациями в периодических изданиях и новой научной литературой.

В первой главе пособия рассмотрены современное состояние и тенденции развития сооружений для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки. Даны основные принципы проектирования генеральных и ситуационных планов, промышленных зданий. Приведены общие правила выполнения чертежей согласно требованиям ЕСКД и основы строительного черчения.

Вторая глава посвящена описанию оборудования сооружений для хранения продукции. Рассмотрено весовое, транспортное и вентиляционное оборудование, зерносушилки, инспекционное и калибровочное оборудование, основы холодильной техники.

В третьей главе приведены сведения об элеваторах и зерноскладах: назначение, классификация, устройство, размещение оборудования, особенности вентилирования зерна, механизация и автоматизация работ, меры безопасности.

В четвертой главе рассмотрены хранилища для плодов и овощей; обращено внимание на временные хранилища. Даны подробная характеристика стационарных хранилищ и плодовоощных холодильников. Рассмотрены перспективы развития техники хранения плодовоощной продукции.

Пятая глава посвящена хранилищам для мясо-молочной продукции. Изложена характеристика сооружений для хранения продуктов животноводства, начиная от складов и ледников и заканчивая автоматизированными холодильниками, обращается внимание на ветеринарно-санитарные требования к сооружениям для хранения продуктов животноводства. Подробно описаны резервуары общего и специального назначения для хранения молока и молочных продуктов. Большое внимание уделено холодильному оборудованию для мясо-молочной продукции (холодильные установки, шкафы, камеры, скороморозильные аппараты, криогенные морозильные агрегаты и линии). Приведены перспективные направления развития холодильного оборудования. Подробно описаны конструктивные особенности стационарных холодильников.

Учебное пособие содержит большое число иллюстраций, которые способствуют более глубокому изучению поставленных вопросов.

Авторы выражают глубокую признательность доктору технических наук А. С. Гордееву за большую работу, проделанную при редактировании рукописи.

Авторы также будут благодарны читателям за отклики на книгу или за их замечания и пожелания.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

●

Пища была и остается важнейшим объектом хранения, ведь человек с древнейших времен стремился сохранить пищевые припасы, добытые у природы. В настоящее время собрано много сведений, которые дают представление о том, что человек при этом пользовался такими приемами, как сушка, копчение, хранение в земле, замораживание природным холодом и др.

Объектами хранения на местах производства и переработки служат разнообразные виды продукции растениеводства (картофель, овощи, плоды, ягоды, зерно и др.) и животноводства (мясо, яйца, молоко и др.). Хранение любого продукта должно быть организовано таким образом, чтобы сохранялась его высокая пищевая ценность при минимальных количественных и качественных потерях и с наименьшими затратами.

В решении задачи укрепления продовольственной безопасности страны огромное значение имеют создание и грамотная эксплуатация материально-технической базы для хранения сельскохозяйственной продукции.

Методы хранения *картофеля, овощей и плодов* подразделяют на две группы:

полевое хранение (простейшие, временные сооружения);

хранение в капитальных хранилищах (стационарные сооружения).

При полевом хранении продукцию помещают в типовые бурты и траншеи, модернизированные бурты и траншеи и на постоянные бортовые площадки, а также применяют снегование.

Более современный метод — хранение картофеля, плодов и овощей в капитальных хранилищах, которые различаются по вместимости, планировочным особенностям, системам поддержания режима хранения, механизации и размещения продукции.

Для хранения зерна используют зернохранилища, которые в зависимости от массы хранимого зерна, назначения, технической оснащенности подразделяют на простейшие (навесы и склады) и элеваторы (сооружения для хранения зерна в специальных верти-

кальных резервуарах, оборудованных машинами и аппаратами для очистки, сушки и перемещения зерна).

Мясо для хранения поступает либо в охлажденном виде, либо мороженое. Охлажденное мясо хранят в специальных, хорошо вентилируемых помещениях или холодильных камерах. Мороженое мясо хранят только в холодильных камерах или холодильниках. В некоторых случаях для краткосрочного хранения мяса могут быть использованы ледники.

Молоко хранят в резервуарах различной конструкции и назначения (для транспортирования, для хранения).

Современные хранилища — это сложные инженерные комплексы, которые включают помещения для хранения самой продукции, сооружения и помещения для ее обработки перед загрузкой на хранение и реализацией, вспомогательные помещения (машинные отделения, вентиляционные камеры, электрощитовые и др.). Как правило, они оборудованы приборами для автоматического поддержания заданного режима, удобны для наблюдения за состоянием заложенной продукции. При проектировании и строительстве хранилищ учитывают и необходимость проведения таких мероприятий, как дезинфекция, а иногда и дезинсекция, борьба с грызунами.

Каждое хранилище должно отвечать инженерно-техническим (конструктивным), технологическим и экономическим требованиям.

К основным задачам при хранении сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки относятся:

сохранение сырья и продуктов без потерь массы или с минимальными потерями;

сохранение сырья и продуктов его переработки без ухудшения их качества;

повышение качества сырья и продуктов его переработки;

сокращение затрат труда и средств на единицу массы сырья и продуктов его переработки при максимальном сохранении их количества и качества.

В зависимости от методов хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки все сооружения можно разделить на две большие группы: простейшие, временные (для полевого хранения) и стационарные (капитальные хранилища и склады).

1.1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ТЕРМИНЫ

Бурты — это простейшие, временные сооружения, которые применяют для хранения картофеля и овощей. Они представляют собой валообразные удлиненные штабеля продукции, наземные

или в неглубоких котлованах, укрытые обычно соломой и землей, оборудованные системой вентиляции и приспособлением для контроля температуры.

Траншеи представляют собой удлиненные углубления в земле, заполненные продукцией, так же как и бурты, укрытые и оборудованные системами вентиляции и контроля температуры.

Стационарные хранилища — это сооружения, предназначенные для длительного хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки. Они могут включать системы регулирования режимов хранения, а также комплекты оборудования для подготовки продуктов к хранению, транспортированию и складированию, а также предпродажной подготовки.

Передвижные хранилища (передвижные холодильники-аккумуляторы, автомобильные рефрижераторы, вагоны-рефрижераторы) предназначены для одновременного хранения и транспортирования сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки на большие расстояния.

Зернохранилища предназначены для длительного хранения зерна и бывают двух типов: склады и элеваторы.

По степени механизации склады подразделяют на немеханизированные (без стационарной механизации), с частичной механизацией и механизированные.

Склады для зерна — это сооружения с горизонтальным или наклонным полом для хранения зерна насыпью, которое размещают прямо на полу и вплотную к стенам.

В сilosах хранят зерно при высоте слоя зерновой насыпи до 30...40 м (за рубежом их строят с высотой слоя зерна до 60 м).

Элеваторы — это предприятия для хранения и обработки зерна, основными производственными объектами которых являются зерновые элеваторы. В последние годы созданы типовые проекты, предусматривающие единство технологической схемы, конструктивных и архитектурно-компоновочных решений для элеваторов одного назначения, но разной вместимости, оснащенных оборудованием различной мощности.

Зерновой элеватор — это полностью механизированное зернохранилище, предназначенное для хранения зерна и выполнения с ним необходимых операций (погрузочно-разгрузочные работы, полная технологическая обработка и хранение).

Элеваторы — наиболее совершенный тип зернохранилищ, обеспечивающие наилучшую сохранность зерна, механизацию работ и высокую производительность труда.

Плодохранилища, овощехранилища, мясохранилища и т. д. — это соответственно сооружения для хранения плодов, овощей, мяса и т. д.

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Созданию стационарных сооружений для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки предшествует разработка технической документации, в соответствии с которой осуществляют строительство зданий и сооружений, отвечающих необходимым требованиям.

Техническая документация — это комплект технических материалов, содержащих описание (с принципиальными обоснованиями, расчетами и макетами) зданий, сооружений, предназначенных для строительства, расширения или реконструкции.

Проект — это графический и текстовой документ, на основании которого осуществляют строительство объекта.

Как правило, проектирование сооружений для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки осуществляют проектные организации по заданию заказчика.

В разработке и реализации проекта кроме проектной организации (генерального проектировщика или подрядчика) принимают участие специализированные предприятия: строительные, монтажные, пусконаладочные и т. д., которые называются субподрядчиками. Отношения между заказчиком и подрядчиками регламентируются инструкциями о порядке, разработке, согласовании, утверждении и составе проектной документации на строительство, например Строительными нормами и правилами (СНиП) 11-01-95.

В настоящее время отправным пунктом разработки проектной документации является утвержденное обоснование инвестиций в строительство сооружения — хранилища, представленное заказчиком. После конкурсных торгов заказчик и проектировщик заключают договор (контракт), регулирующий правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон. Неотъемлемой частью договора является задание на проектирование и исходные материалы.

Задание на проектирование — основной документ, на основании которого проектная организация приступает к разработке проекта. Оно включает следующие сведения.

1. Наименование предприятия.
2. Основание для проектирования.
3. Вид строительства.
4. Стадийность проектирования.
5. Требования к вариантной и конкурсной разработке.
6. Особые условия строительства.
7. Основные технико-экономические показатели объекта, в том числе вместимость, мощность, производительность по каждой линии, производственную программу.

8. Требования к качеству, конкурентоспособности и экологическим параметрам продукции.

9. Требования к технологии, режиму предприятия.

10. Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям.

11. Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

12. Требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.

Задание на проектирование должно нацеливать проектную организацию на разработку документации с учетом последних достижений науки и техники для того, чтобы будущее сооружение было технически передовым, обеспечивало сохранность качества продукции при научно обоснованных нормах затрат труда, материалов и топливно-энергетических ресурсов.

Ответственным за разработку проектного задания является заказчик проекта. Непосредственно задание на проектирование разрабатывают по поручению заказчика.

Объем и содержание проектной документации регламентируются СНиП 11-01-95, которые содержат следующие разделы.

1. Общая пояснительная записка, которая включает в себя оснащение для разработки проекта: исходные данные для проектирования; краткую характеристику сооружения для хранения сельскохозяйственного сырья (или продуктов его переработки) и входящих в его состав производств; данные о проектной мощности и номенклатуре, качестве, конкурентоспособности, технологическом уровне продукции, сырьевой базе, потребности в топливе, воде, тепловой и электрической энергии, комплексном использовании отходов, вторичных энергоресурсов; сведения о социально-экономических и экологических условиях района строительства; сведения о технико-экономических показателях и т. д.

2. Генеральный план и транспорт. Приводятся: краткая характеристика района и площадки строительства; решения и показатели по ситуационному и генеральному плану, внутриплощадочному и внешнему транспорту; выбор вида транспорта; основные планировочные решения.

3. Технологические решения содержат данные о производственной программе; характеристику и обоснование решений по технологии хранения, механизации и автоматизации производства.

4. Управление сооружением и организация условий и охраны труда рабочих и служащих в соответствии с нормативными документами.

5. Архитектурно-строительные решения. Содержат сведения об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки строительства. Даётся краткое описание и обоснование архитектурно-строительных решений по сооружениям и другим зданиям, входящим в проект.

6. Инженерное оборудование, сети и системы. Здесь приводятся решения по водоснабжению, канализации, теплоснабжению, отоплению, вентиляции; инженерное оборудование сооружений и зданий, в том числе электрооборудование, электроосвещение, связь и сигнализация, диспетчеризация и автоматизация управления инженерными сетями.

7. Организация строительства — разрабатывается в соответствии со СНиП «Организация строительного производства».

8. Охрана окружающей среды — выполняется в соответствии с государственными стандартами и другими нормативными актами, регулирующими природоохранную деятельность.

9. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны по предупреждению чрезвычайных ситуаций — выполняются в соответствии с нормами и правилами в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

10. Сметная документация — разрабатывается на стадии проекта и включает сводные сметные расчеты стоимости строительства сооружения.

11. Эффективность инвестиций — выполняются расчеты эффективности инвестиций на основе количественных и качественных показателей, полученных при разработке соответствующих разделов проекта.

Проектная документация разрабатывается в три стадии.

Первая стадия проектных работ называется *предпроектной* и включает в себя обоснование инвестиций, выбор площадки под строительство, подготовку задания на проектирование.

Вторая стадия — *технический проект*. На стадии разработки технического проекта решают с учетом новейших достижений науки и техники все основные технические, технико-экономические, экологические и другие проблемы проектируемого сооружения: выбирают и обосновывают технологию хранения, разрабатывают технологическую схему, рассчитывают количество оборудования, выбирают строительные конструкции будущего сооружения, размещают оборудование согласно принятой технологии, решают вопросы энергоснабжения, механизации и автоматизации хранения, составляют сметы и спецификации на заказное оборудование.

Третья стадия — разработка *рабочих чертежей*, основанием для которой является утвержденный в установленном порядке техни-

ческий проект. При разработке рабочих чертежей уточняют и детализируют предусмотренные техническим проектом решения в той степени, в которой это необходимо для производства строительно-монтажных работ.

Проект утверждается главным инженером проектной организации, подтверждается государственной экспертизой и согласовывается с другими заинтересованными организациями. На основании утвержденного проекта подготавливают при необходимости тендерную документацию и проводят торги подряда на строительство объекта, затем заключают договор, открывают финансирование строительства и разрабатывают рабочую документацию.

1.3. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ

Район и пункт строительства новых промышленных сооружений для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки выбирают, исходя из федеральных и региональных интересов, конкретных технико-экономических особенностей бизнес-плана и с учетом создания наилучших условий труда и жизни населения.

При определении района и пункта строительства промышленного сооружения исходят:

из первоочередного вовлечения в производство наиболее экономически выгодных природных ресурсов;

развития наиболее эффективных производственных связей районов и предприятий;

количества вредных веществ, выделяемых производством в окружающую среду, концентрация которых не должна превышать установленное предельно допустимое значение, а уровень шума не должен превышать допустимую норму.

Для выбора площадки под строительство сооружения создают комиссию в составе представителей заказчика проекта, проектной и строительной организаций, местной администрации, мэрии города, местных органов санитарной инспекции и пожарного надзора.

Площадку под строительство следует выбирать на землях, не пригодных для сельскохозяйственного использования, или на сельхозугодиях худшего качества.

Не допускается размещать промышленные сооружения в зонах санитарной охраны источников водоснабжения; в зонах охраны курортов, зеленых зонах городов и поселков, на территории памятников культуры и архитектуры, заповедников, находящихся под охраной государства; на площадках залегания полезных ископаемых, в зонах горных разработок и оползней.

При оценке площадки должны быть учтены следующие условия:

1. Наличие сырьевой базы.
2. Рельеф местности, удобный для строительства.
3. Наличие квалифицированной рабочей силы.
4. Близкое расположение удобных путей сообщения для доставки и отправки сельскохозяйственного сырья.
5. Возможность получения в достаточном количестве воды, пригодной для питья и производственных целей.
6. Возможность производственной кооперации с другими предприятиями (транспорт, энергоснабжение, водоснабжение, канализация и т. д.).
7. Правильный выбор направления господствующих ветров (розы ветров) по отношению к населенному пункту.
8. Наличие дешевых местных строительных материалов.
9. Возможность сбыта сырья и готовой продукции потребителям.

В заключение своей работы комиссия составляет акт о выборе площадки для строительства, в котором приводится краткая характеристика намечаемого к строительству сооружения (мощность, вместимость, основные технико-экономические показатели). Далее следует описание рекомендуемой площадки, включающее ее координаты, рельеф, максимально допустимые нагрузки на грунт. Кроме того, в акте отражаются вопросы обеспечения предприятия сырьем и условия его размещения на выбранной площадке. Описываются имеющиеся железнодорожные пути, излагаются предложения по прокладке новых и места возможного их примыкания к существующим железнодорожным путям. Раскрываются перспективы автодорожной связи, указывается расстояние от выбранной площадки до основной автодороги. Далее в акте рассматриваются вопросы электро- и теплоснабжения строящегося сооружения, обеспечения его топливом, а также водоснабжения, канализации и очистки сточных вод. Вносятся предложения по выбору подрядной строительной организации, базы железобетонных деталей и конструкций, базы местных строительных материалов.

При размещении каждого сооружения требуется конкретный глубокий экономический анализ.

После выбора площадки для строительства начинаются изыскательские работы и разрабатываются генеральный и ситуационный планы промышленного сооружения. Изыскательские работы проводятся в два этапа:

- 1-й этап — *общие* (для технического проекта);
- 2-й этап — *детальные* (для рабочего проектирования).

В задачи изысканий входят геодезические съемки площадки строительства и геодезические изыскания. Для этого снимают ре-

льеф местности, изучают глубину залегания почвенных вод и допускаемые удельные нагрузки на грунт; проводят изыскание водоносного слоя, определяют его дебет, делают анализ воды.

1.4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО И СИТУАЦИОННОГО ПЛАНОВ

Генеральный план — одна из важнейших частей проекта промышленного сооружения для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки, содержащая комплексное решение вопросов планировки и благоустройства территории, размещения зданий и сооружений, транспортных коммуникаций, инженерных сетей, организации систем хозяйственного и бытового обслуживания.

При разработке генплана предварительно намечают расположение отдельных цехов, сооружений, вспомогательных и служебных зданий, их количество, соблюдая при этом непрерывность и строгую последовательность размещения последних в направлении общего технологического потока проектируемого производства. Чем лучше и подробнее отработана технологическая схема организации производства, тем легче осуществить проектирование, строительство и эксплуатацию будущего предприятия. При составлении генерального плана необходимо предусмотреть, чтобы все производственные операции выполнялись в одном направлении, не было пересечений движения в одной плоскости; стремиться, чтобы все сырье и продукты проходили наиболее короткий путь между двумя чередующимися операциями, сырье и продукты переработки поступали в одном направлении, а полуфабрикаты или готовые изделия — в противоположном. При таком решении генерального плана достигается минимальное расстояние в производственном пути, следовательно, экономятся время, энергия, земельные площади, сокращаются коммуникации и другие издержки производства.

Наиболее рациональные проектные решения генеральных планов получаются при прямоугольном очертании и компактной застройке зданиями и сооружениями отдельной территории.

Решение генерального плана предприятия с учетом всех производственных вопросов должно обеспечивать наиболее благоприятные и безопасные условия труда и быстрое перемещение работающих по его территории.

В практике проектирования строительства существуют сплошная (блокированная) и рассредоточенная (разобщенная) системы застройки.

Требования пожарной безопасности обуславливают установление необходимых разрывов между зданиями и сооружениями, удобный и быстрый проезд пожарных автомобилей ко всем объектам предприятия.

В равной мере необходимо соблюдение требований противопожарных норм и минимальных расстояний до нефтескладов, газовых заводов и других пожароопасных объектов.

Санитарные нормы не допускают, например, чтобы рядом с элеваторами, мельницами, крупяными и комбикормовыми заводами располагались вредные предприятия, ветеринарные лечебницы, кожевенные заводы и т. п. Необходимо соблюдать требования санитарных норм по устройству разрывов от подобных предприятий, так как зерно, являясь органическим продуктом, легко адсорбирует посторонние запахи и беспрепятственно поддается заражению.

Нельзя располагать элеваторы вблизи аэродромов, поскольку высокие здания элеваторов и других зерноперерабатывающих предприятий опасны для полета самолетов.

Расположение промышленных зданий и сооружений относительно сторон света и господствующего направления ветров должно обеспечивать наиболее благоприятные условия для естественного освещения и аэрации. В северных районах и районах с большим количеством снежных осадков желательно так располагать участок, чтобы господствующий ветер дул зимой вдоль сооружений и очищал участок от снега, а на юге — поперек, продувая склады.

В зависимости от направления господствующего ветра промышленные здания следует располагать и с учетом противопожарных требований, т. е. так, чтобы при возникновении пожара искры не перелетали на другие объекты.

Правильное ориентирование промышленных зданий по направлению господствующего ветра обеспечивает также благоприятные условия для борьбы с вредными выделениями и шумами, в этом случае им приходится преодолевать силу ветра. Преобладающее направление ветров принимают по средней розе ветров летнего периода года на основе многолетних (50...100 лет) наблюдений метеорологических станций.

Рекомендуется по возможности промышленные здания располагать продольной осью параллельно или под углом 45° к направлению господствующих ветров.

Санитарно-защитной зоной считается территория между местами выделения в атмосферу производственных вредностей и жилыми или общественными зданиями. В зависимости от выделяемых вредностей и условий технологического процесса промышленные предприятия делят на пять классов, для каждого из кото-

рых существует заданная ширина санитарно-защитной зоны (табл. 1.1).

1.1. Ширина санитарно-защитной зоны (м) в зависимости от класса предприятия

Класс предприятия	1	2	3	4	5
Ширина санитарно-защитной зоны	1000	500	300	100	50

На генеральном плане показывают размещение подземных и наземных коммуникаций, которые составляют разветвленную инженерно-техническую сеть различного назначения. К числу таких сетей относятся линии электроснабжения и связи, водопровода, канализации (хозяйственно-бытовой, технологической), газопроводов, теплопроводов, пневматического транспорта и т. д.

Коммуникационные сети проектируют в виде прямолинейных участков вдоль основных магистральных проездов, параллельно линиям застройки на минимальных расстояниях друг от друга по кратчайшему пути.

После размещения промышленных зданий и коммуникационных сетей на генеральном плане предприятия проектируют благоустройство и озеленение его территории. Работы по благоустройству территории предусматривают создание надежных покрытий дорог и тротуаров, устройство ограждений, сброс поверхностных стоков и т. д.

Озеленение территории — посадка деревьев и кустарников, разбивка газонов — создает защитные полосы, которые очищают атмосферу от производственных вредностей и препятствуют распространению шума, пожаров. Площадь озеленения должна составлять не менее 15 % площади территории предприятия и зависит от коэффициента застройки.

Заключительным этапом разработки генерального плана промышленного сооружения для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки является оформление графической части и составление краткой пояснительной записки.

На генеральном плане промышленного предприятия изображают:

размещение всех зданий и сооружений в принятом масштабе (в большинстве случаев 1 : 500 или 1 : 1000);

зонирование территории по группам цехов и характеру технологического процесса;

ширину запроектированных противопожарных и санитарных разрывов между зданиями и сооружениями;

проезды, въезды в цеха;

автодороги и железнодорожные пути;

инженерно-технические сети;

ограждение территории с указанием мест въезда, входа и выхода работающих на производственную территорию;

размещение пожарных гидрантов, пожарных водоемов, резервных емкостей, пожарных депо, электрической пожарной сигнализации;

принятое благоустройство и озеленение территории;
розу ветров и ширину санитарно-защитной зоны.

На генеральном плане (внизу листа) указывают основные технико-экономические показатели, которые дают возможность оценить качество разработанного проекта, выявить его достоинства и целесообразность принятых решений. Оптимальное решение генерального плана и основных его элементов достигается путем со-поставления технико-экономических показателей проекта с показателями аналогичных по мощности действующих предприятий.

В целях применения единой методики оценки качества разработанного проекта генплана промышленного предприятия следует пользоваться следующей номенклатурой основных технико-экономических показателей:

площадь (га) территории, занимаемой предприятием;

протяженность (км): внутризаводских железных дорог колеи размером 1534 и 750 мм; ограждений по внешней границе площадки;

коэффициенты застройки, использования территории и озеленения.

Коэффициент застройки определяют как отношение площади, занимаемой всеми зданиями и открытыми складами, к общей площади промышленного предприятия в ограждении: он равен 0,22...0,50.

Коэффициент использования территории определяют как отношение площади всех зданий и сооружений, в том числе железнодорожных путей, автодорог, инженерных коммуникаций, к общей площади территории в ограждении; он равен 0,50...0,75.

Коэффициент озеленения определяют как отношение общей площади зеленых насаждений к общей площади предприятия, выраженное в процентах (0,2...0,6).

Ситуационным планом промышленного предприятия называют часть проекта, включающую в себя определенный район населенного пункта или окружающую территорию, на которой указывают расположение запроектированного предприятия и другие объекты, имеющие с ним непосредственные технологические, транспортные и инженерно-технические связи.

В ситуационный план включают водозаборные и очистные сооружения промышленных стоков с указанием примыкающих источников и видов их водопользования, а также необходимые са-

нитарно-защитные зоны, транспортные и инженерные сети предприятия, резервные территории, размещение устройств по хранению, переработке и утилизации отходов производства и др.

1.5. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Взаимное расположение, объемно-проектировочное решение зданий и сооружений должны соответствовать требованиям строительных норм и правил.

Основной задачей размещения схемы производственного процесса в пространстве с учетом характера и размеров здания, а также габаритов и конфигурации помещений является отыскание оптимального решения, которое должно полностью удовлетворять требованиям рациональной организации технологического процесса и отвечать экономичности и целесообразности строительных приемов возведения зданий. Комплексное пространственное размещение технологической схемы с учетом транспортных, противопожарных и санитарно-технических требований определяет расположение производственных помещений и конфигурацию здания.

Качественный уровень зданий и сооружений определяется их капитальностью (степенью долговечности, огнестойкости), соблюдением эксплуатационных и архитектурных требований.

Эксплуатационные требования должны обеспечивать нормальную эксплуатацию здания или сооружения в течение всего срока их службы и определяются для производственных зданий размерами пролетов помещений, технической оснащенностью, удобством монтажа и демонтажа оборудования, а также устойчивостью против агрессивных воздействий природного или производственного происхождения.

По совокупности всех этих признаков здания и сооружения промышленных предприятий подразделяют на четыре класса. К первому классу относят здания и сооружения, к которым предъявляют повышенные требования; ко второму и третьему классам относят здания, удовлетворяющие средним требованиям; к зданиям четвертого класса предъявляют минимальные требования.

Долговечность называют качество зданий, определяемое сроком их службы без потери требуемых эксплуатационных качеств. Установлены следующие степени долговечности:

I степень — с повышенным сроком службы (ориентировочно более 100 лет);

II степень — со средним сроком службы (ориентировано от 50 до 100 лет);

III степень — с пониженным сроком службы (ориентировано от 20 до 50 лет).

Степень огнестойкости здания и сооружения характеризуется группой возгораемости и пределом огнестойкости основных строительных конструкций и установлена СНиП «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений».

По возгораемости строительные материалы и конструкции делятся на две группы: трудносгораемые и сгораемые.

Предел огнестойкости строительной конструкции определяется временем в часах от начала испытания ее на огнестойкость до возникновения одного из следующих признаков:

1. Образование в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты сгорания или пламени.

2. Повышение температуры на необогораемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 180 °С по сравнению с температурой конструкции до испытания.

3. Потеря конструкцией несущей способности (обрушение).

Огнестойкости зданиям и сооружениям присвоены пять степеней. К зданиям и сооружениям первой степени огнестойкости относятся те, все элементы которых выполнены из несгораемых конструкций. В зданиях второй степени огнестойкости все элементы выполняют из несгораемых конструкций, кроме наружных стен из навесных панелей, фахверка и перегородок, которые выполняют из трудносгораемых конструкций. В зданиях третьей степени огнестойкости несущие стены, стены лестничных клеток и колонны несгораемые; несущие конструкции межэтажных перекрытий сгораемые. В зданиях четвертой степени огнестойкости все элементы здания трудносгораемые, за исключением сгораемых несущих конструкций покрытий. К зданиям пятой степени огнестойкости относятся те, у которых все элементы сгораемые.

Все виды производственных операций с точки зрения пожарной опасности разделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. В связи с этим помещениям отделений и цехов, где производятся эти операции, присваиваются те же категории.

Объемно-планировочные и конструктивные решения вновь строящихся и реконструируемых предприятий необходимо принимать с учетом:

максимального блокирования производственных цехов, вспомогательных и обслуживающих объектов, цеховых контор, конструкторских бюро, бытовых помещений и т. д.;

унификации объемно-планировочных решений, основных строительных параметров (пролета, шага колонн, высот) нагрузок и конструкций;

возможности изменения технологического процесса и перестановки оборудования без необоснованного увеличения объемов и стоимости зданий.

Объем производственного помещения на одного работающего должен составлять не менее 15 м^3 , площадь — не менее $4,5 \text{ м}^2$.

Объемы строительства должны быть максимально простыми по компоновке. Тип здания, его этажность, ширина и высота пролетов, сетка колонн зависят от многих факторов. Для производств с горизонтальным технологическим процессом, требующих применения тяжелого кранового оборудования, больших пролетов и высот помещения, проектируют одноэтажные многопролетные здания. Многоэтажные здания проектируют для производств с легким оборудованием при нагрузке на перекрытия до $2,5 \text{ кН/м}^2$, а также в случаях вертикального технологического процесса.

К недостаткам одноэтажных зданий следует отнести увеличение площади занимаемого земельного участка и большую площадь кровельных покрытий, что влечет за собой большие теплопотери.

Размеры пролетов и шагов колонн одноэтажных зданий следует назначать кратными 6 м. Иногда допускаются девятиметровые пролеты. Размеры пролетов многоэтажных зданий назначаются кратными 3 м, шаги колонн — равными 6 м.

Высота помещений от пола до низа выступающих конструкций покрытия должна быть не менее 2,2 м. Высоту помещения в местах регулярного прохода людей принимают не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода людей — не менее 1,8 м.

Наиболее пожаро- и взрывоопасные производства следует, если это допускается технологией, размещать: в одноэтажных зданиях — у наружных стен; в многоэтажных — на верхних этажах.

Производственные помещения, как правило, следует размещать у наружных стен для обеспечения естественной освещенности и аэрации.

Между производственными и бытовыми помещениями следует размещать коридоры и тамбуры.

Проектированию зданий и сооружений промышленного назначения всегда сопутствует проектирование вспомогательных зданий и помещений: бытовых, общественного питания, здравпунктов, завоудупрвлений, цеховых контор, кабинетов по технике безопасности, лабораторий и т. д. Эти помещения следует располагать, как правило, в пристройках к производственным зданиям шириной 12 м. В случае, когда такое размещение противоречит требованиям аэрации производственных зданий и помещений или

при невозможности защиты от производственных вредностей, вспомогательные помещения следует располагать в отдельных зданиях. Такие здания следует соединять с производственными помещениями, отапливаемыми переходами.

1.6. ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД)

Основное назначение стандартов ЕСКД заключается в установлении в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, обеспечивающих:

возможность обмена конструкторской документации между организациями и предприятиями без их переоформления;

стабилизацию комплектности, исключающую дублирование и разработку требуемых документов;

возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;

упрощение форм конструкторских документов и графических изображений, снижающих трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;

механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации;

улучшение условий технической подготовки производства и условий эксплуатации промышленных изделий;

оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению документации распространяются на все виды конструкторских документов.

Стандарты ЕСКД делятся по классификационным группам:

0 — общие положения;

1 — основные положения;

2 — классификация и обозначение изделий в конструкторских документах;

3 — общие правила выполнения чертежей;

4 — правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения;

5 — правила обращения конструкторских документов;

6 — правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации;

7 — правила выполнения схем;

8 — правила выполнения строительных и судостроительных документов;

9 — прочие стандарты.

Система проектной документации для строительства (СПДС) введена в дополнение к ЕСКД.

Стандарты СПДС делятся по классификационным группам:

0 — общие положения;

1 — общие правила оформления чертежей и текстовых документов;

2 — правила обращения проектной документации;

3 — правила выполнения проектной документации по инженерным изысканиям;

4 — правила выполнения технологической проектной документации;

5 — правила выполнения архитектурно-строительной проектной документации;

6 — правила выполнения проектной документации инженерного обеспечения (отопление, водопровод, канализация и т. д.);

7 — правила выполнения типовой изыскательской документации;

8 — правила машинно-ориентированных проектных документов, используемых в АСУ;

9 — прочие стандарты.

1.7. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.7.1. ОСНОВНЫЕ НАДПИСИ

Система проектной документации для строительства устанавливает следующие формы основных надписей:

для листов основного комплекта рабочих чертежей зданий и сооружений (рис. 1.1);

для первого листа чертежа строительного изделия (рис. 1.2);

для первого листа текстового документа (рис. 1.3);

для последующих листов чертежей изделий и текстовых документов (рис. 1.4).

На рис. 1.5 приведена форма основной надписи для последующих листов текстовой документации при двусторонней печати: для нечетных номеров страниц (рис. 1.5, а), для четных номеров страниц (рис. 1.5, б).

Формы основных надписей, дополнительные графы к ним и рамки должны быть выполнены сплошными основными и тонкими линиями по ГОСТ 2.303.

Расположение основных надписей и дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертежах и в текстовой документации приведены на рис. 1.6.

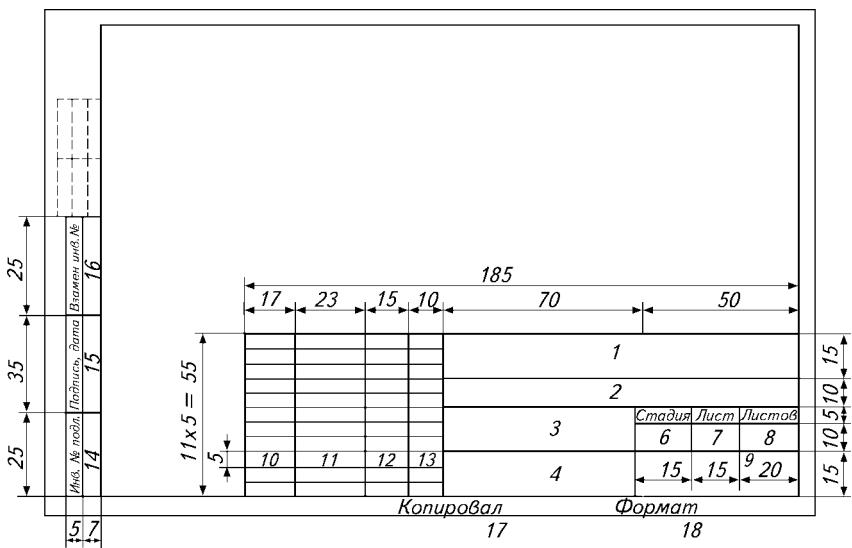


Рис. 1.1. Основная надпись для листов основного комплекта рабочих чертежей зданий и сооружений

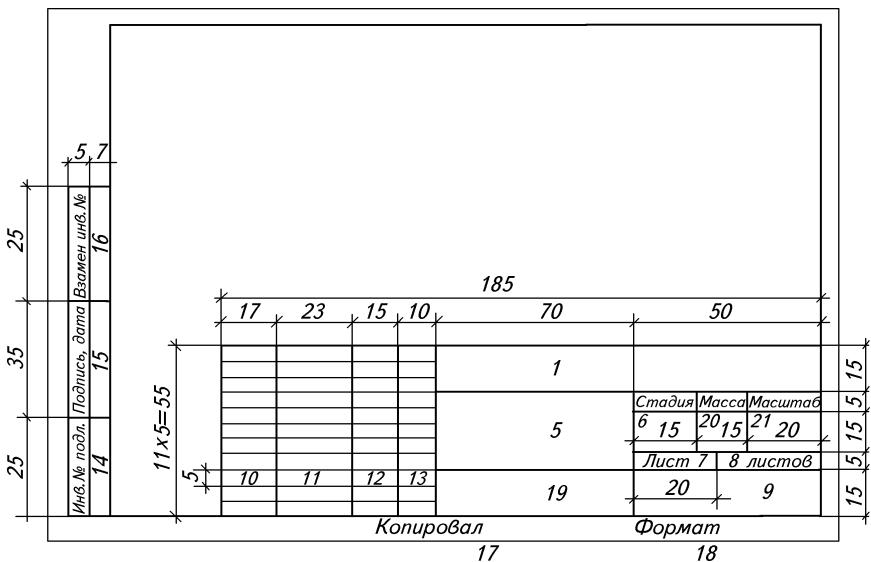


Рис. 1.2. Форма основной надписи для первого листа строительного изделия

Technical drawing of a document layout with the following dimensions and features:

- Left Margin:** 25 mm
- Top Margin:** 25 mm
- Header Area:** 35 mm high, containing fields for "Номер листа/Год выпуска, дата", "Видыен шифр №", "14", "15", and "16".
- Text Area:** 185 mm wide, divided into columns of 17, 23, 15, 10, 70, and 50 mm.
- Table 1:** A large table spanning the width of the text area, divided into sections by vertical lines at 10, 11, 12, and 13 mm from the left edge.
- Table 2:** A table below Table 1 with columns labeled "Стадия", "Лист", and "Листов". It contains rows for "6", "7", "8", and "15", "15", "20", "9".
- Bottom Labels:** "Копировал" (Copied by) at the bottom center, and "Формат" (Format) on the right.
- Bottom Dimensions:** Total width 17, total height 18, and a vertical dimension of 5.7 mm.
- Annotations:** A dimension of $\varnothing \times 5 = 40$ is shown with a radius of 5 mm. A note "1" is placed above the first column of Table 1.

Рис. 1.3. Форма основной надписи для первого листа текстового документа

Заполнение основных надписей по ГОСТ 21.103 (см. рис. 1.1...1.6):
в графе 1 указывают обозначение документа;
в графе 2 — наименование предприятия, в состав которого входит здание (сооружение);
в графе 3 — наименование здания (сооружения);
в графе 4 — наименование изображений, помещенных на данном листе, в точном соответствии с наименованием, указанным над изображением на поле чертежа;

Technical drawing of a document page layout with the following dimensions:

- Top margin: 25
- Left margin: 25
- Right margin: 10
- Bottom margin: 25
- Header height: 35
- Content area width: 130
- Content area height: 120
- Page number position: 1
- Page number height: 10
- Page number width: 5
- Page number margin from bottom: 7
- Page number margin from right: 10
- Page number margin from left: 17
- Page number margin from top: 18
- Page number margin from content area: 10
- Page number margin from bottom margin: 5

Рис. 1.4. Форма основной надписи для последующих листов чертежей изделий и текстовых документов

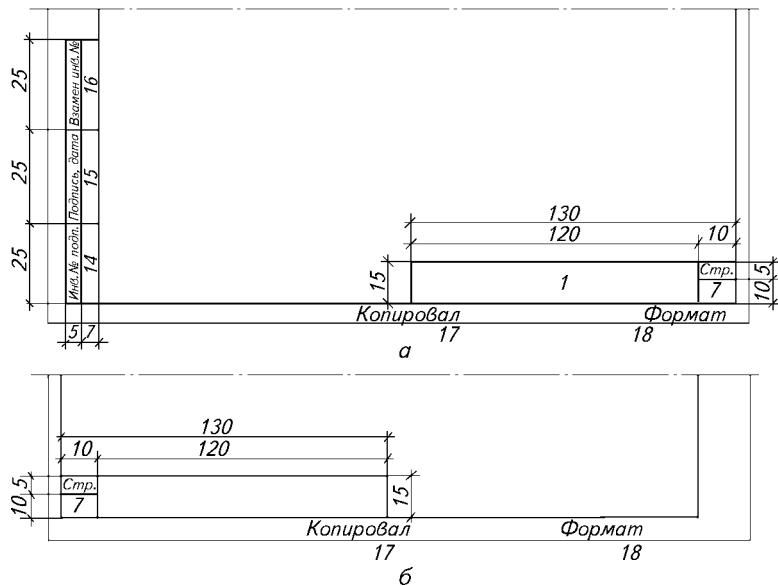


Рис. 1.5. Форма основной надписи для последующих листов текстовой документации при двусторонней печати:

a — для нечетных номеров страниц; *б* — для четных номеров страниц

в графе 5 — наименование изделия и наименование документа, если этому документу присвоен шифр;

в графе 6 — условное обозначение стадии проектирования: Р — рабочие чертежи; ТР — утверждаемая часть технорабочего проекта; ТП — технический проект;

в графе 7 — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

в графе 8 — общее число листов документа;

в графе 9 — наименование или различительный индекс организации, где разрабатывается проектный документ;

в графах 10...13 — должности, фамилии, подписи исполнителей и других лиц, ответственных за содержание документа, даты подписания документа;

в графе 14 — инвентарный номер подлинника;

в графе 15 — подпись лица, принялшего подлинник на хранение, дату приемки;

в графе 16 — инвентарный номер подлинника, взамен которого выпущен данный подлинник;

в графе 17 — подпись лица, копировавшего чертеж;

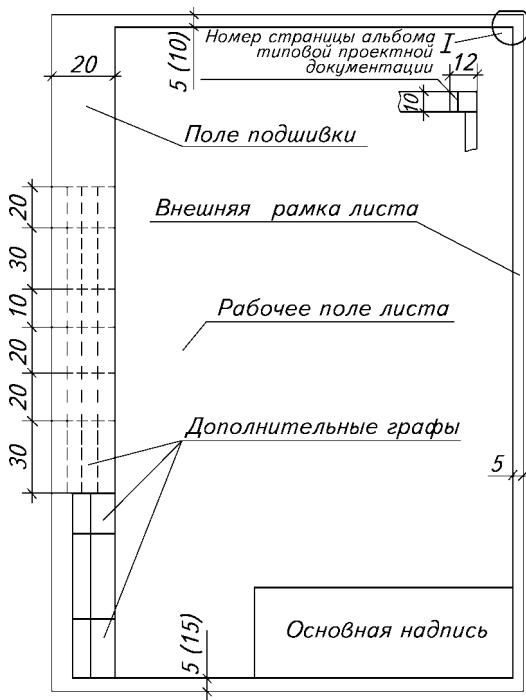


Рис. 1.6. Расположение основных надписей на чертежах и в текстовой документации

в графе 18 — обозначение формата листа по ГОСТ 2.301;

в графе 19 — обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

в графе 20 — массу изделия, изображенного на чертеже в килограммах, без указания единицы измерения;

в графике 21 — масштаб указывается в соответствии с ГОСТ 2.302.

1.7.2. СПЕЦИФИКАЦИИ

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом независимо от формата листа. В этом случае спецификацию располагают над основной надписью на первом листе сборочного чертежа. При совмещении групповой спецификации со сборочным чертежом количество граф исполнений не ограничивается.

Спецификацию к схеме расположения выполняют по форме, приведенной на рис. 1.7.

<i>Марка, поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Масса ед., кг</i>	<i>Приме- чание</i>
8					
20	60	60	10	15	20
		185			

Рис. 1.7. Форма спецификации к схеме расположения

Заполнение граф спецификации: по ГОСТ 21.104 в спецификации к схемам расположения указывают:

в графе «Марка, поз.» — марку или позицию элемента сборной конструкции по схеме расположения;

в графе «Обозначение» — обозначение спецификации на элементы сборных конструкций, обозначение соответствующих стандартов или рабочих чертежей типовых изделий, примененных в качестве элементов сборной конструкции;

в графе «Наименование» — наименование элемента сборной конструкции, указанное в основных надписях соответствующих спецификаций или рабочих чертежей. После наименования элемента сборной конструкции указывают марку, присвоенную в рабочих чертежах данному элементу. Если в качестве элемента сборной конструкции принято стандартное изделие, то в графе указывают наименование и марку этого элемента, принятые в стандарте. При необходимости в графе после наименования и марки элемента сборной конструкции приводят его краткую техническую характеристику;

в графе «Кол.» — число элементов сборной конструкции по схеме расположения;

в графе «Масса ед., кг» — массу одного элемента сборной конструкции;

в графе «Примечание» — дополнительные сведения, относящиеся к записанным в спецификацию элементам сборной конструкции.

1.7.3. РАЗМЕРЫ ЛИСТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

За основной принимают лист формата 841 × 1189 мм. Другие форматы получают путем последовательного деления размеров основного формата пополам параллельно меньшей стороне соответствующего листа.

ГОСТ 2.301 устанавливает следующие форматы чертежей и других документов, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства:

Обозначение	Размер, мм
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

При необходимости допускается применять листы формата А5 размером 148 × 210 мм.

Дополнительные форматы получают увеличением коротких сторон основного формата на величину, кратную их размерам.

1.7.4. МАСШТАБЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Масштабы изображений и их обозначения на чертежах регламентированы ГОСТ 2.302. Стандарт не распространяется на чертежи, полученные фотографированием, а также на иллюстрации в печатных изданиях.

Натуральная величина: 1 : 1.

Масштабы уменьшения: 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 400; 1 : 500; 1 : 800; 1 : 1000.

Масштабы увеличения: 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1 : 2000; 1 : 5000; 1 : 10 000; 1 : 20 000; 1 : 25 000; 1 : 50 000.

Масштабы, указанные в пред назначенной для этого графе основной надписи чертежа, должны обозначаться по типу 1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т. д., а в остальных случаях — по типу М 1 : 1; М 1 : 2; М 2 : 1 и т. д.

В необходимых случаях допускается применять масштабы увеличения 100 n : 1, где n — целое число.

1.7.5. ЛИНИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

ГОСТ 2.303 устанавливает начертание и основное назначение линий на чертежах.

Сплошная основная (I); толщина $S = 0,5...1,4$ мм зависит от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа

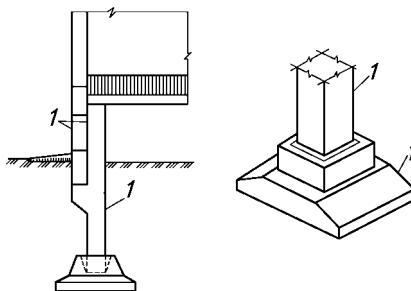


Рис. 1.8. Пример выполнения сплошной основной линии 1

(рис. 1.8); применяется для изображения линий видимого контура, линий перехода, линий выносного сечения, входящего в состав разреза.

Сплошная тонкая (2); толщина $S/3...S/2$; применяют для изображения линий размерных и выносных, линий штриховки, линий выноски и полок линий-выносок, подчеркивания надписей, линий контура наложенного сечения и т. д. (рис. 1.9).

Сплошная волнистая (3); толщина $S/3...S/2$; применяют для изображения линий обрыва и разграничения вида и разреза (рис. 1.10).

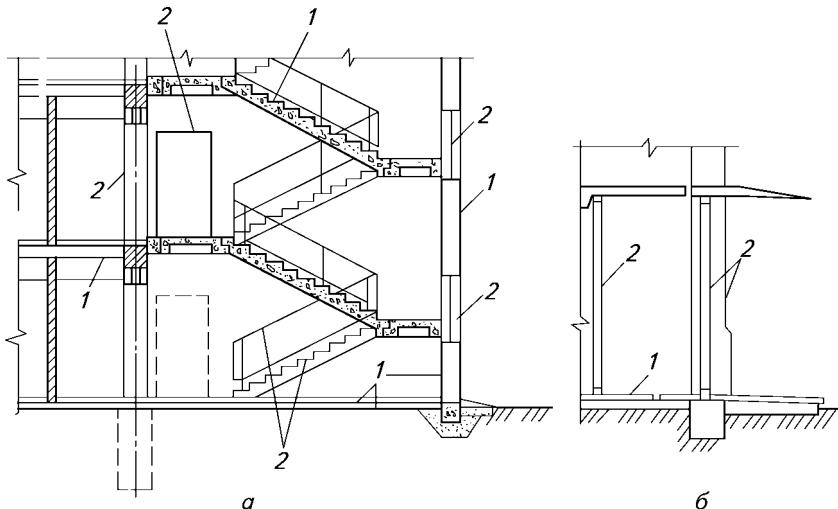


Рис. 1.9. Пример выполнения сплошной тонкой линии 2

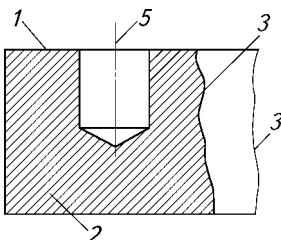


Рис. 1.10. Пример выполнения сплошной волнистой линии 3

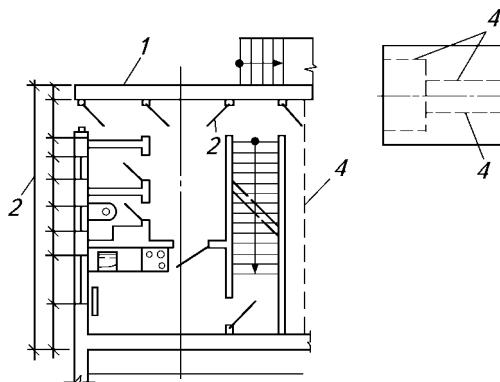


Рис. 1.11. Пример выполнения штриховой линии 4

Штриховая линия (4); толщина $S/3...S/2$; применяется для изображения линий невидимого контура (рис. 1.11). Если штрихи доходят до линии контура изображения, то они должны упираться в линию контура без промежутка. При пересечении линий невидимого контура штрихи должны пересекаться. Длину штрихов выбирают в зависимости от величины изображения 2...8 мм. Штрихи должны быть приблизительно одинаковыми.

Штрихпунктирная тонкая (5); толщина $S/3...S/2$; применяют для изображения линий осевых и центровых (рис. 1.12). Линии должны заканчиваться штрихами, а не точками. Штрихи должны быть одинаковой длины 5...30 мм. Центры окружностей должны отмечаться пересечением штрихов. При диаметре окружности менее 12 мм центровые линии проводятся сплошными тонкими линиями.

Штрихпунктирная утолщенная (6); толщина $S/3...S/2$; применяют для изображения линий сечений. Длина штрихов 8...20 мм (рис. 1.13).

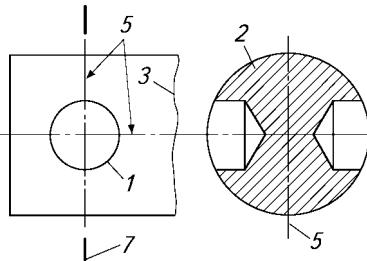


Рис. 1.12. Пример выполнения штрихпунктирной тонкой 5 и разомкнутой линии 7

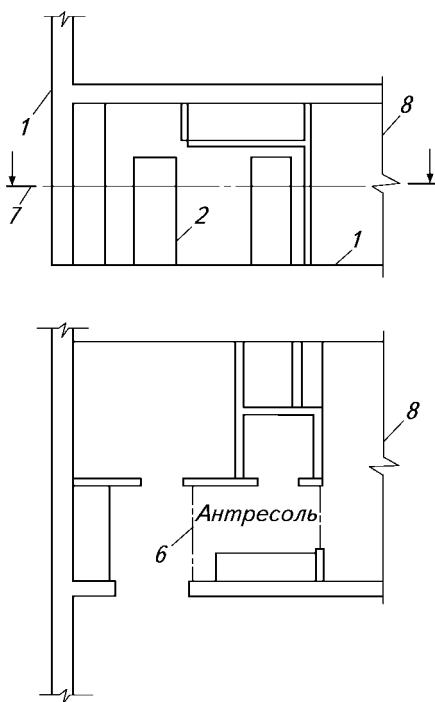


Рис. 1.13. Пример выполнения штрихпунктирной утолщенной 6, разомкнутой 7 и сплошной тонкой и с изломом линии 8

Разомкнутая линия (7); толщина $S \dots 1,5S$; применяется для изображения линий сечений (следы секущих плоскостей). Длина штрихов $8 \dots 20$ мм (см. рис. 1.12, 1.13).

Сплошная тонкая с изломом (8); толщина $S/3 \dots S/2$; применяется для изображения длинных линий обрыва (см. рис. 1.8, 1.9, 1.13).

Штрихпунктирная с двумя точками (тонкая); толщина $S/3 \dots S/2$; применяется для изображения линий сгиба на развертках, частей изделий в крайних или промежуточных положениях.

1.7.6. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

ГОСТ 2.304 устанавливает два типа шрифтов русского, латинского и греческого алфавитов (А и В), которые могут выполняться без наклона и с наклоном около 75° .

Размер шрифта: h — высота прописных букв в миллиметрах. Установлены следующие размеры шрифтов, мм: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7;

10; 14; 20; 28; 40. Шрифт высотой 1,8 мм применять не рекомендуется и допускается только в случае В. Высота прописных букв измеряется перпендикулярно основанию строки. Высота строчных букв определяется из отношения их высоты к размеру шрифта. Ширина буквы q определяется по отношению к размеру шрифта, например, $q = 6/10 h$, или по отношению к толщине линии шрифта $q = 6d$. Толщина линии шрифта d определяется в зависимости от типа и высоты шрифта.

1.7.7. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Размеры наносят по ГОСТ 2.307 с учетом требований ГОСТ 21.105 для строительных чертежей.

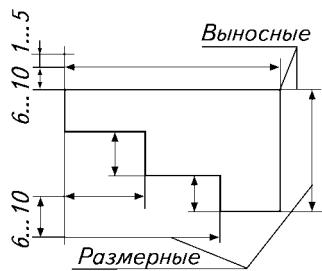
Выносные и размерные линии. Размерные линии проводят параллельно соответствующему отрезку, а выносные — перпендикулярно ему (рис. 1.14, *a*) или наклонно так, чтобы они составляли с отрезком и наклонной линией параллелограмм (рис. 1.14, *б*). Расстояние между контурной линией и размерной не менее 10 мм.

Выносная линия должна выступать за размерную на 1...5 мм. Размерные и выносные линии не должны пересекаться, и наносить их надо, как правило, вне контура изображения. В строительных чертежах согласно ГОСТ 21.105 размерную линию на ее пересечении с выносными линиями, линиями контура или осевыми линиями ограничивают засечками в виде основных линий длиной 2...4 мм, проводимых с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии, при этом размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1...3 мм (рис. 1.14, *в*). Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям (рис. 1.14, *г*).

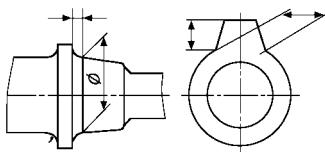
При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии — радиально (рис. 1.14, *д*). При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносную линию — параллельно биссектрисе угла и над размерным числом наносят знак дуги (рис. 1.14, *е*). Допускается располагать выносные линии размера дуги радиально и, если имеются еще концентричные дуги, необходимо указывать, к какой дуге относится размер (рис. 1.14, *ж*).

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

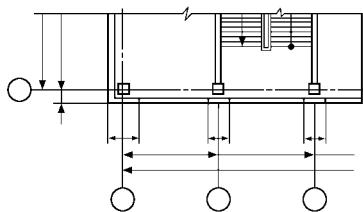
Если надо показать координаты вершины скругляемого угла или центра дуги скругления, то выносные линии проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла до центра дуги скругления (рис. 1.14, *з*). При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 1.14, *и*).



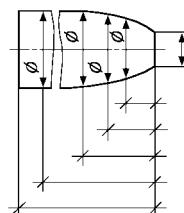
α



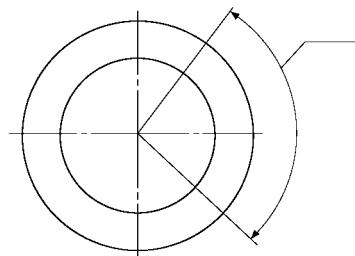
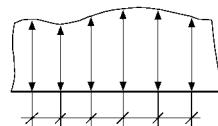
б



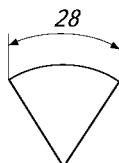
в



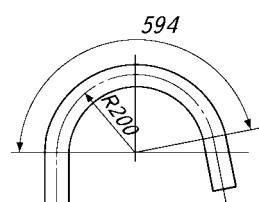
г



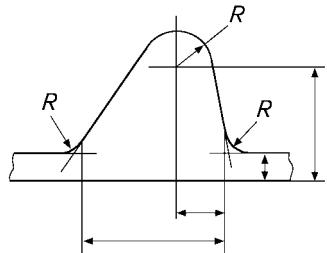
д



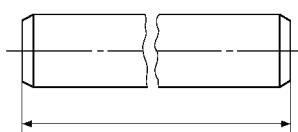
е



ж



з



и

Рис. 1.14. Примеры нанесения на чертежах выносных линий

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

при указании диаметра окружности независимо от того, изображена окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 1.15, *а*);

при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рис. 1.15, *б*).

Если изделие проецируется в виде симметричного изображения или отдельных, симметрично расположенных элементов, которые изображают с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят тоже с обрывом и обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (рис. 1.15, *в*).

Стрелки (рис. 1.15, *г*). Элементы стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, нанесенными под углом 45° к размерным линиям, или точками (рис. 1.15, *д*).

На рис. 1.15, *е* показано, как следует поступать, когда размерной линии недостаточно для размещения на ней стрелок; в этом случае размерную линию продолжают за выносную линию (за контурную, осевую, центральную и т. д.) и стрелки наносят снаружи. При недостатке места для стрелки из-за близкого расположения контурных или выносных линий последнюю допускается прерывать (рис. 1.15, *ж*).

Размерные числа. Их следует наносить, как правило, ближе к середине размерной линии (рис. 1.16).

При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. Если размерные линии параллельны или расположены концентрично, то цифры следует располагать в шахматном порядке (рис. 1.17, *а*). На рис. 1.17, *б* показано, как надо располагать размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий. Если необходимо нанести размер в заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии-выноски. На рис. 1.17, *в* показано, как следует наносить размерные числа, если для написания размерного числа недостаточно места на размерной линии.

На рис. 1.18 показано, как надо нанести размер, если недостаточно места для нанесения стрелок.

В месте нанесения размерного числа осевые, центральные линии и линии штриховки прерывают.

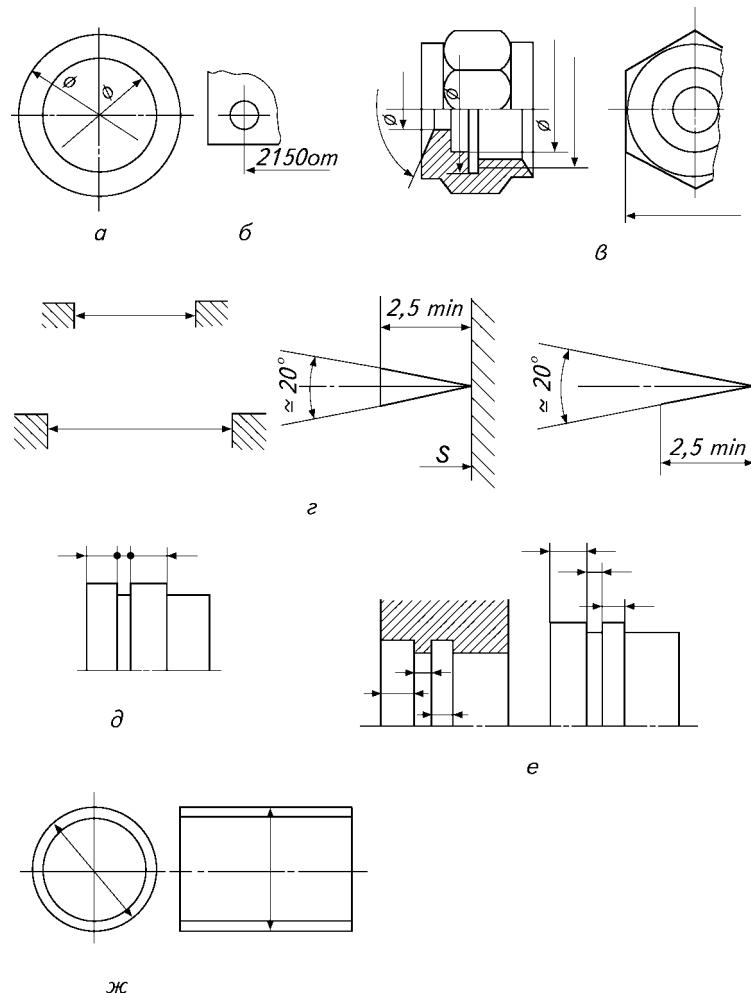


Рис. 1.15. Примеры нанесения размерных линий (а, б, в) и стрелок (г, д, е, ж)



Рис. 1.16. Примеры нанесения размерных чисел

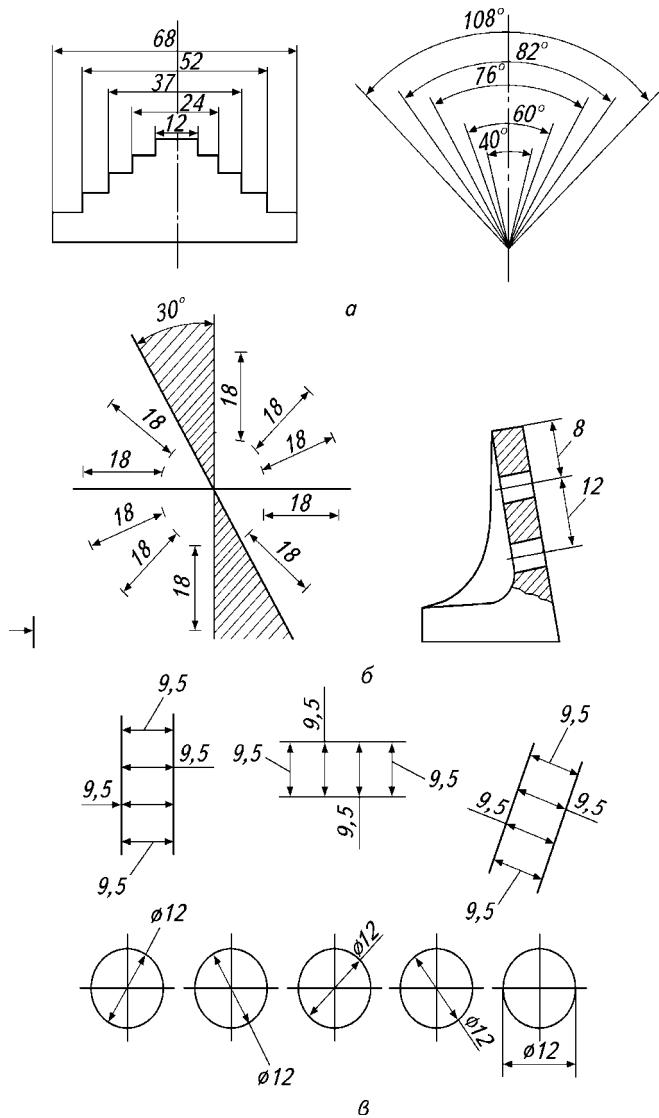


Рис. 1.17. Нанесение размерных чисел при параллельном или концентричном расположении размерных линий (а), при наклонном расположении размерных линий (б), при недостатке места на размерной линии (с)

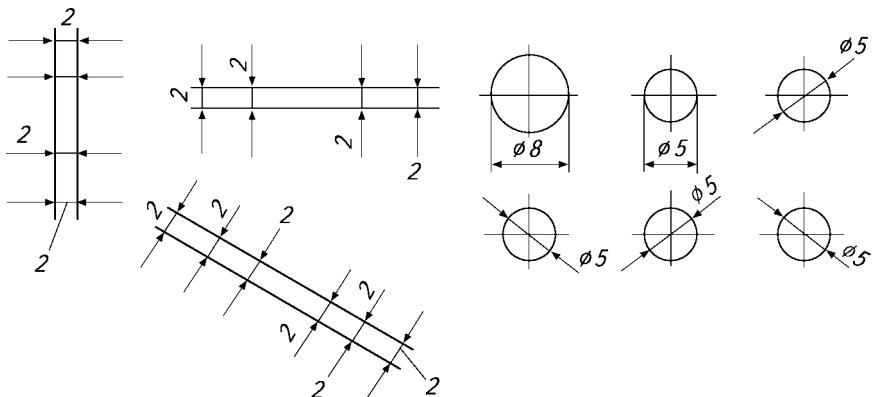


Рис. 1.18. Примеры нанесения размеров, когда недостаточно места для стрелок

Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерных линий (стрелок) на чертеже, как правило, определяется удобством чтения чертежа. Нельзя размерные линии пересекать или разделять какими бы то ни было линиями чертежа, нельзя также разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

Знаки. При нанесении размера диаметра во всех случаях перед размерным числом ставят знак \varnothing . Высота знака равна высоте размерной цифры.

Если на изображении детали имеется ряд концентрических окружностей, следует указывать их диаметры преимущественно на том изображении, где размещаемый контур вычерчивается не окружностью.

Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также ставят знак \varnothing (R) без надписи «сфера».

Знак квадрата \square наносят так же, как и знак диаметра; высота знака \square должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

Величину уклона (тангенс угла наклона) указывают в виде простой дроби. Перед размерным числом, определяющим величину уклона, ставят знак \angle , острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона. Знак уклона наносят непосредственно над линией контура или на полке линии-выноски.

На видах (фасадах), разрезах и сечениях высотные отметки помещают на выносных линиях или линиях контура по ГОСТ 21.105.

Справочные размеры. Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом. Такие размеры отмечают значком *, а в технических требованиях записывают: * — размеры для справок. На строительных чертежах справочные размеры отмечают и оговаривают только в случаях, предусмотренных в соответствующих документах и утвержденных в установленном порядке.

Справочными могут быть:

один из размеров замкнутой размерной цепи;
размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;
размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например ход поршня, ход штока клапана двигателя внутреннего сгорания и т. п.;

размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных;

габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и являющиеся суммой размеров нескольких деталей;

размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала.

Основные требования к нанесению размеров. Общее число размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи, спецификации.

Не допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи. Исключение составляют строительные чертежи, где размеры допускается повторять и наносить в виде замкнутой цепи, кроме случаев, предусмотренных в соответствующих документах, утвержденных в установленном порядке.

Все размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

В размерах, приведенных в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно надо указывать единицы измерения.

Если на чертеже размеры необходимо указывать в сантиметрах или метрах, то это оговаривается на чертеже и в технических требованиях.

1.8. ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

1.8.1. ИЗОБРАЖЕНИЯ

Изображение представляет собой графическое выражение изделия, как правило, в определенном масштабе, выполненное установленным способом проецирования при соблюдении основных правил упрощения.

Изображения могут быть выполнены ортогональным, т. е. прямоугольным, аксонометрическим и перспективным способами.

При выполнении изображения по методу прямоугольного проецирования предполагается, что изделие расположено между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Основным изображением надо считать то, которое дает наиболее полное представление о форме и размерах изделия. Такое изображение в черчении считается главным и его, как правило, помещают на фронтальной плоскости проекций.

Число изображений должно быть минимальным, однако необходимым для полного и однозначного представления о предмете. Необходимо, чтобы изображения правильно были размещены на поле чертежа.

Все изображения в зависимости от содержания разделяют на виды, разрезы, сечения.

1.8.2. ВИДЫ

Изображение, обращенное к наблюдателю видимой частью поверхности предмета и спроектированное на плоскость проекций, называется *видом*.

ГОСТ 2.305 устанавливает следующие названия видов, полученных на основных плоскостях проекций (рис. 1.19):

- 1 — вид спереди;
- 2 — вид сверху;
- 3 — вид слева;
- 4 — вид справа;
- 5 — вид снизу;
- 6 — вид сзади.

В строительных чертежах видам могут быть присвоены другие названия, например «фасад».

Дополнительным видом называется изображение, полученное проецированием на плоскость, не параллельную ни одной из плоскостей проекций. В этом случае вид на чертеже отмечают надписью «Вид А», а у изображения изделия должна быть поставлена стрелка с обозначением.

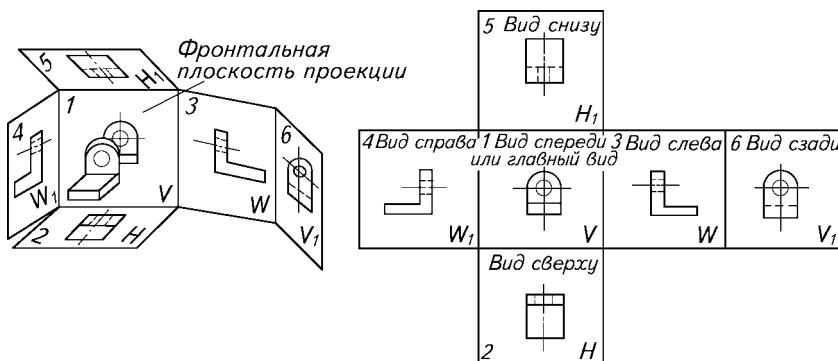


Рис. 1.19. Основные виды изделий

Местным видом называется изображение ограниченного линиями обрыва отдельного места поверхности изделия. Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду.

1.8.3. СЕЧЕНИЯ

Сечение — изображение изделия, мысленно рассеченного мнимой плоскостью, причем в сечении изображают только то, что попадает непосредственно в секущую плоскость.

Сечения могут быть:

вынесенными; они являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида. Контур вынесенного сечения изображают сплошной основной линией;

наложенными; контур такого сечения изображают сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

1.8.4. РАЗРЕЗЫ

Разрезы могут быть:

горизонтальными: мнимая секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

фронтальными: мнимая секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;

профильными: секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций;

наклонными: секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

В зависимости от числа мнимых секущих плоскостей разрезы подразделяются на *простые* (одна секущая плоскость) и *сложные* (несколько секущих плоскостей). В свою очередь, сложные разрезы могут быть: ступенчатыми фронтальными, ступенчатыми горизонтальными, ступенчатыми профильными и ломаными.

Разрез называется *продольным*, если мнимая секущая плоскость проходит вдоль изделия; *поперечным*, если секущая плоскость проходит поперек изделия.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже разомкнутой линией толщиной $S...1,5S$. У начала и конца линии сечения, а при необходимости и у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита (рис. 1.20).

Буквы наносят около стрелок на расстоянии 2...3 мм от конца штриха, указывающих направление взгляда, и в местах перегибов со стороны внешнего угла. Разрез отмечают надписью « $A-A$ » (всегда двумя буквами через тире). В строительных чертежах у линии сечения взамен букв допускается применять цифры, а также надписывать название разреза (плана) с присвоением ему буквенного, цифрового или другого обозначения.

Разрез симметричных деталей (половинчатый разрез) можно изображать, соединяя половину вида и половину разреза. Границей между разрезом и видом служит ось симметрии. В этом случае в разрезе изображают всегда правую или нижнюю половину изделия.

Местным разрезом называется разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте. Его выделяют на виде сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

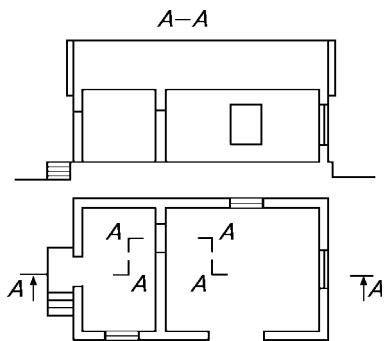


Рис. 1.20. Пример выполнения секущей плоскости на чертеже

1.9. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

1.9.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СХЕМЫ ЗДАНИЙ

Конструкцией принято называть часть здания или сооружения, состоящую из элементов, взаимно связанных процессом производства строительных и монтажных работ. Конструкции могут быть сборными из отдельных, заранее изготовленных элементов, и монолитными, выполненными на месте монтажа.

Узлом называется участок конструкции, в котором сопрягаются (соединяются, стыкуются) или взаимодействуют между собой элементы конструкций.

Элементом конструкции называется составная часть сборной или монолитной конструкции.

Объемно-планировочным элементом называется часть объема здания, характеризуемая высотой этажа, пролетом и шагом. Горизонтальная проекция здания называется планировочным элементом.

Высота этажа здания определяется размером от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа (рис. 1.21, а). Чердачное перекрытие считается равным толщине междуэтажного. В одноэтажных зданиях промышленного типа высота этажа равна расстоянию от уровня пола до нижней грани конструкции покрытия (рис. 1.21, б).

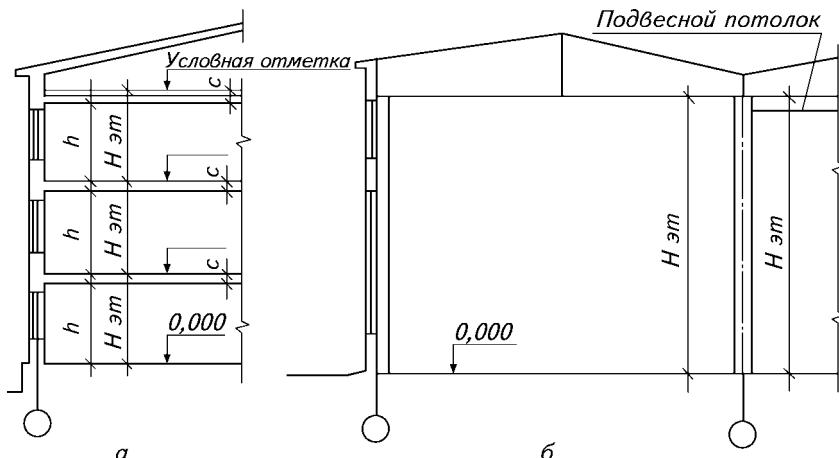


Рис. 1.21. Примеры определения высоты этажа здания:

а — многоэтажное здание; б — одноэтажное здание

Шагом, который может быть продольным и поперечным, называется расстояние между координационными осями (рис. 1.22).

Пролетом конструкции называется расстояние между несущими стенами, т. е. расстояние, соответствующее пролету оснований несущей конструкции, перекрытия (прогона, ригеля) или покрытия (фермы). Пролет может быть равен шагу.

На строительных чертежах различают три вида размеров элементов конструкций, строительных изделий и оборудования: номинальные, конструктивные и натурные.

Номинальным считается размер элемента конструкции, включающий части швов и зазоров.

Конструктивным считается проектный размер элементов конструкций, строительных изделий, который отличается от номинального на величину нормированного размера a .

Натурным считается фактический размер элемента, строительного изделия, отличающийся от конструктивного в пределах допусков, установленных нормами и стандартами.

Различают следующие конструктивные схемы гражданских зданий:

- бескаркасная с несущими наружными и внутренними стенами;
- каркасная;
- объемно-блочная или столбчатая;
- комбинированная.

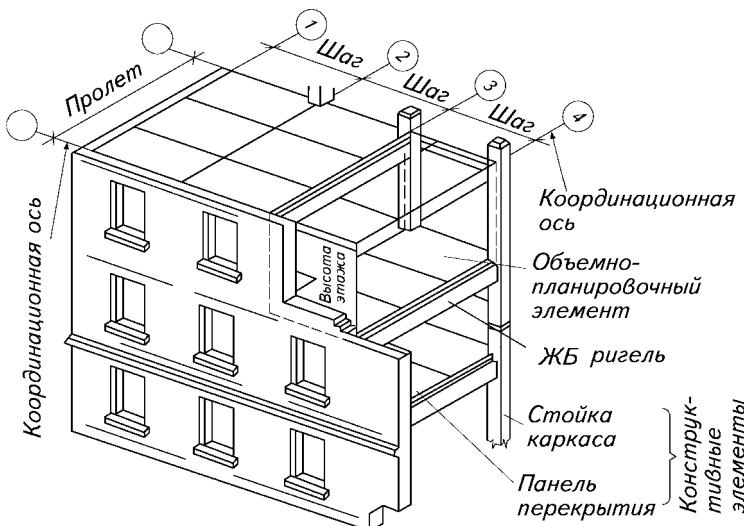


Рис. 1.22. Примеры простановки размеров для шагов

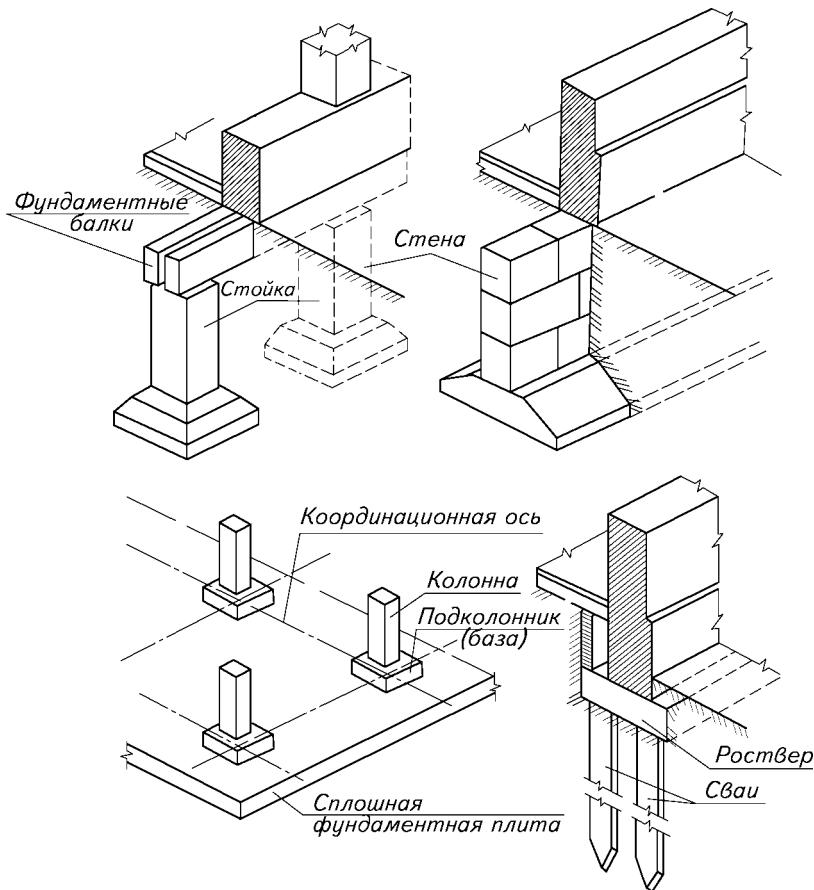


Рис. 1.23. Схемы опирания конструкций на фундаменты

Основными конструкциями здания считаются: фундаменты, стены, перегородки, перекрытия, покрытия, лестничные клетки и т. д.

Фундаменты под стены или отдельную опору (колонну), так называемая подземная часть здания, передают нагрузку на грунт. Они могут быть ленточными, столбчатыми, сплошными в виде плиты, свайными.

Цоколь — нижняя часть наружной стены, расположенная на фундаменте.

На рис. 1.23 приведена схема опирания конструкций на фундаменты.

Стены подразделяются на *наружные*, защищающие здание от внешних атмосферных влияний, и *внутренние*, которые отделяют одно помещение от другого.

Стены бывают *несущими*, передающими на фундамент нагрузку от перекрытий и покрытий, а также от собственного веса. *Самонесущие* стены передают на фундамент нагрузку только от собственного веса.

Навесные стены, состоящие из отдельных плит или панелей, навешиваются, как правило, на колонны и передают от них нагрузку от собственного веса.

Перегородки — внутренние стены, разделяющие смежные помещения в здании; они могут быть выполнены из дерева, кирпича, гипса, фибролита и другого материала.

Перекрытия (рис. 1.24) — внутренние горизонтальные ограждающие конструкции, разделяющие здание по высоте на этажи. Они могут быть надподвальными, междуэтажными, чердачными различной толщины от 300 до 420 мм.

Покрытия — верхние горизонтальные ограждающие конструкции, отделяющие помещения здания от наружной среды и защищающие его от атмосферных осадков. В зданиях без чердака покрытие совмещает функцию чердачного перекрытия и крыши.

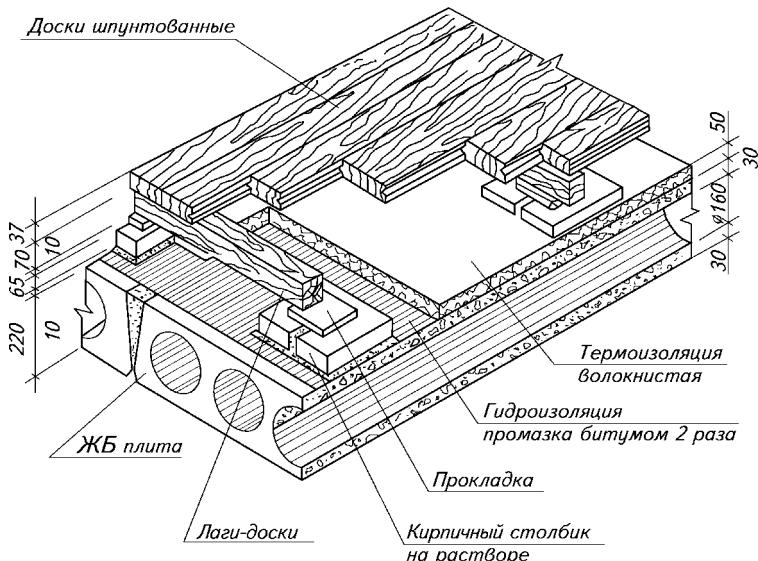


Рис. 1.24. Схема перекрытия

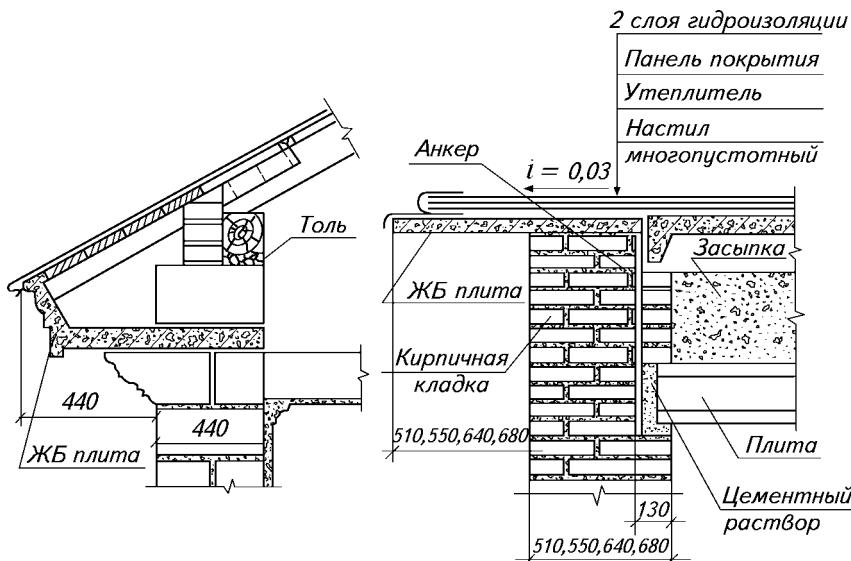


Рис. 1.25. Схемы карнизов

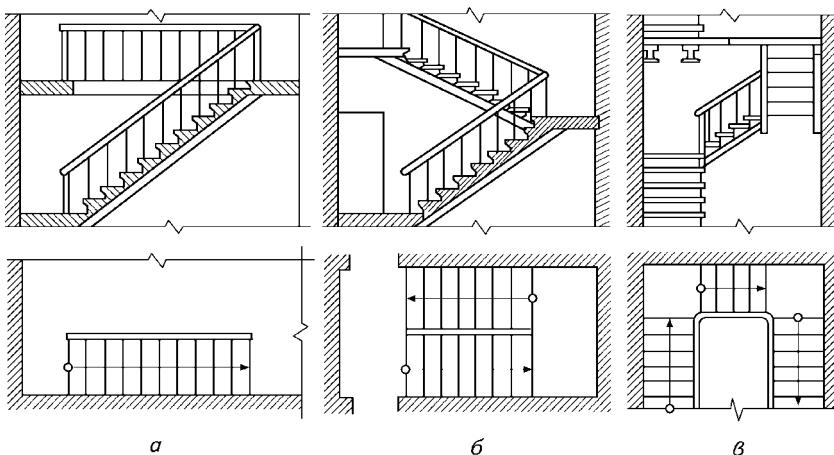


Рис. 1.26. Лестничные клетки:

a — одномаршевые; *b* — двухмаршевые; *c* — трехмаршевые

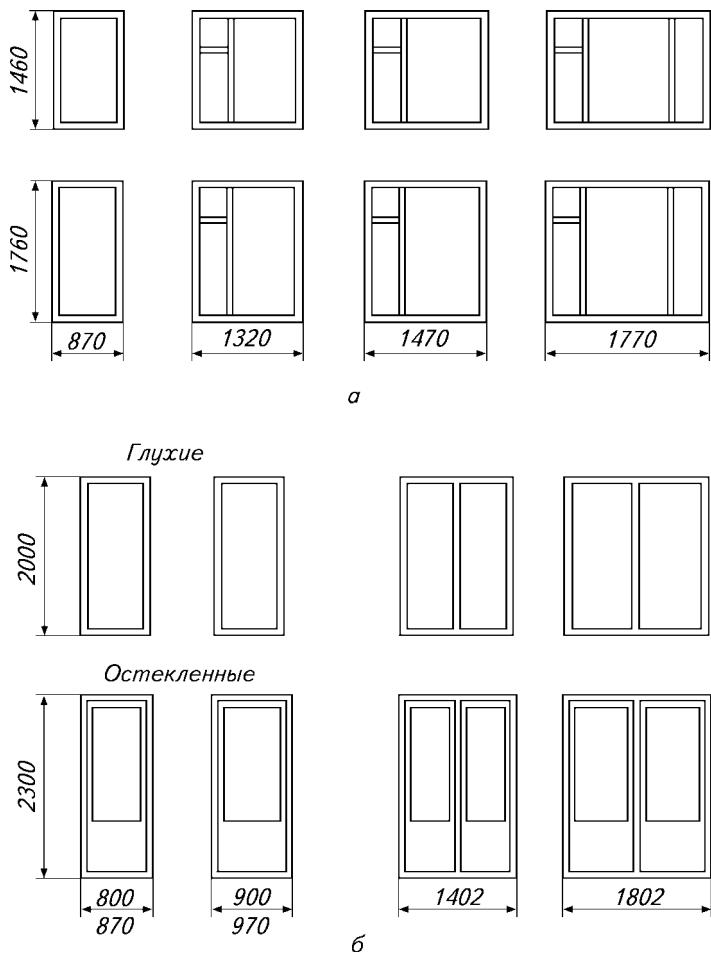


Рис. 1.27. Проемы:

a — оконные переплеты; *б* — двери

Кровля — верхний водонепроницаемый слой покрытия или крыши здания.

Карниз — верхняя часть стены, которая служит для отвода атмосферных осадков от стены. Вынос карниза из кирпича составляет 250 мм. Карниз из бетонных плит может иметь вынос до 650 мм (рис. 1.25). Карниз у деревянных зданий должен выступать на 500...600 мм.

Лестничная клетка — помещение, огражденное капитальными стенами, в котором располагается лестница. Лестницы бывают одномаршевыми (рис. 1.26, а), двухмаршевыми (рис. 1.26, б) и трехмаршевыми (рис. 1.26, в).

Проемы — отверстия в стенах и перегородках для устройства в них окон и дверей. Заполнение оконных проемов состоит из оконных коробок и остекленных переплетов, подоконной доски и наружного слива.

Оконные переплеты (рис. 1.27, а) могут иметь открывающиеся или глухие створки, вставляемые в коробку.

Окна могут быть одностворчатыми, двустворчатыми, трехстворчатыми или с балконной дверью.

Двери (рис. 1.27, б) по назначению делятся на внутренние и наружные, по способу открывания — на распашные, раздвижные, складчатые, врачающиеся и двери-шторы. Распашные двери подразделяют по числу дверных полотен на однопольные, двупольные и полуторные.

Пандусом называется наклонный въезд в здание или съезд из него. На обозначении пандусов в плане наносят стрелку, направленную в сторону съезда, а на лестницах — в сторону подъема марша.

1.9.2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ, САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При вычерчивании планов, разрезов и фасадов зданий применяют условные изображения по ГОСТ 21.107 и ГОСТ 2.786. Условные изображения, не предусмотренные ГОСТами, необходимо сопровождать пояснениями.

В справочниках по строительному черчению приведены некоторые условные изображения, часто используемые при выполнении строительных чертежей, например, конструктивные элементы зданий; схемы открывания окон на фасаде; схемы открывания дверей в плане здания; изображения пандусов, лестниц, душевых кабин; изображения дымоходов, вентиляционных каналов и реконструируемых элементов в здании; схемы внутренних систем трубопроводов, канализации, газоснабжения; схемы изображения водонагревателей и плит; изображения транспортного и подъемно-транспортного оборудования.

Этими рекомендациями следует пользоваться при разработке строительных чертежей.

1.9.3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНЫМ ЧЕРТЕЖАМ

ГОСТ 21.101 предусматривает следующие требования к строительным чертежам:

чертежи необходимо выполнять в минимальном объеме, достаточном для производства строительно-монтажных работ и изготовления строительных изделий;

не допускать в чертежах излишней детализации, необоснованных повторений и информации, не требуемых для строительства;

на каждом чертеже помещают основную надпись и дополнительные графы к ней в соответствии с требованиями ГОСТ 21.103 и ГОСТ 21.105. Над основной надписью или слева от нее оставляют резервное поле для нанесения при необходимости таблицы изменения и штампа привязки.

Планы зданий и сооружений располагают, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа в положении, принятом на генеральном плане, или с поворотом по отношению к этому положению в соответствии с рис. 1.28.

Положение плана здания или сооружения на листе, обозначение координационных осей и отсчетный уровень, соответствующий условной нулевой отметке, должны быть одинаковыми во всех комплектах рабочих чертежей.

Планы располагают на листе в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева направо. Повторяющиеся планы и фасады зданий или сооружений выполняют один раз с нанесением обозначений совмещенных координационных осей.

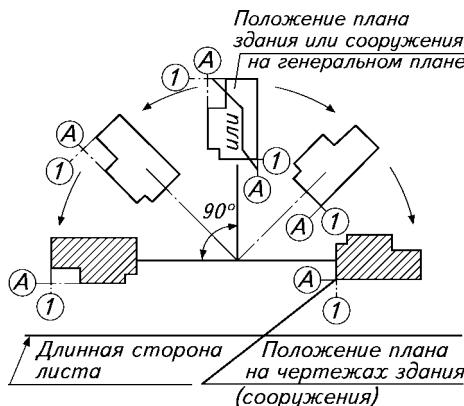


Рис. 1.28. Варианты расположения планов зданий и сооружений

Координационные оси здания или сооружения наносят на изображения тонкими штрихпунктирными линиями с длинными штрихами и обозначают арабскими цифрами или прописными буквами русского алфавита, за исключением букв: З, Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь, в кружках диаметром 6...10 мм. Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания или сооружения с большим количеством координационных осей. Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают слева направо и снизу вверх.

На чертежах расположения (планах и разрезах) технологического, санитарно-технического и другого оборудования показывают:

оборудование в виде упрощенных контуров очертаний или условными графическими изображениями сплошной основной линией по ГОСТ 2.303;

строительные конструкции в виде упрощенных контурных очертаний сплошной тонкой линией по ГОСТ 2.303;

координационные оси здания или сооружения и расстояния между ними;

отметки чистых полов этажей и основных площадок;

привязку оборудования к координационным осям или элементам конструкций.

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительно-монтажных работ, объединяют в комплекты по маркам. Каждому основному комплекту чертежей присваивают самостоятельное обозначение, в состав которого включают базовые обозначения и марку основного комплекта.

1.9.4. ЧЕРТЕЖИ ПЛАНОВ ЗДАНИЙ

Планом здания называется изображение на горизонтальной плоскости, выполненное в виде разреза при помощи мнимой (секущей) плоскости, проведенной на уровне $\frac{1}{3}$ высоты изображаемого этажа или 1 м над изображаемым уровнем (рис. 1.29).

Слева и снизу проводят внешние размерные линии. В первой линии проставляют размеры проемов и простенков, на второй размерной линии наносят размеры между смежными координационными осями и на третьей размерной линии — размеры между крайними координационными осями. В случае, когда оконные проемы расположены выше мнимой горизонтальной плоскости разреза, сечения соответствующих стен располагают на уровне оконных проемов.

На плане здания указывают расположение отдельных помещений, оконных и дверных проемов, лестниц и перегородок, а также

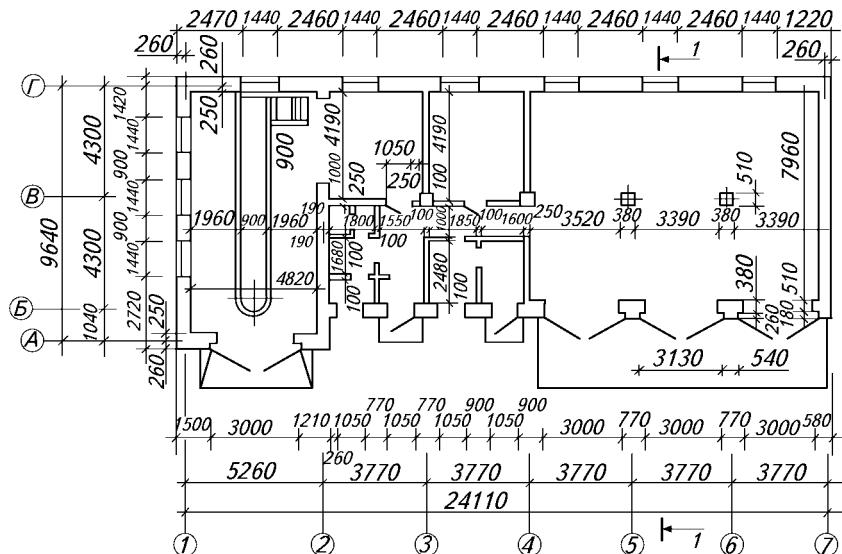


Рис. 1.29. Чертеж плана здания

санитарно-технического оборудования и печей. Планам дают названия, например «План 1-го этажа», «План 2-го этажа» и т. д.

На планах промышленных зданий наносят наименования помещений или технологических участков с указанием размещаемых в них производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности. Категории производств указывают под наименованием помещений в прямоугольнике размером 5 × 8 мм. Наименование помещений, их площади и категории размещаемых в них производств допускается приводить в экспликации помещений (табл. 1.2), тогда номера помещений или технологических участков на планах проставляют в кружках диаметром 7...8 мм или в овалах.

1.2. Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м ²	Категория производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности

На планах секции конструкции, расположенной выше мнимой плоскости, изображают схематично штрихпунктирной линией с двумя точками.

Тоннели изображают схематично тонкой штрихпунктирной линией. Наружные входные двери должны открываться на улицу, а двери с лестницы в помещение — внутрь. Марки оконных проемов (ОК) и наружных дверей (ДН) наносят с внешней стороны стен.

Встроенные помещения и другие участки сооружения, на которые имеются отдельные чертежи, на планах изображают схематично тонкой штриховой линией в виде перекрещенного контура с показом опорных конструкций. Пристроенные части сооружения, если на них разрабатываются отдельные чертежи, на плане этажа допускается полностью не показывать, ограничиваясь нанесением линии обрыва и указанием наименования этих чертежей.

В общих указаниях в дополнение к сведениям, предусмотренным ГОСТ 21.102, приводят:

- степень огнестойкости сооружения;
- характеристику стеновых и изоляционных материалов;
- указания по устройству гидроизоляции и отмостки;
- мероприятия по производству работ в зимнее время;
- указания по наружной отделке здания (сооружения);
- мероприятия по ограничению шума, вибрации, кондиционированию и герметизации помещений.

Кроме того, на чертежах планов этажей помещают:

- ведомость проемов ворот и дверей;
- спецификацию элементов заполнения проемов;
- спецификацию гардеробного оборудования;
- ведомость перемычек и спецификацию к ней;
- экспликацию полов.

Допускается выполнять ведомости и спецификации на отдельных листах или объединять указанные спецификации в одну, подразделяя ее на подзаголовки.

Площадки, градирни и другие устройства, расположенные на кровле (крыше) здания (сооружения), на которые выполняют отдельные чертежи, изображают схематично со ссылкой на соответствующий чертеж.

1.9.5. ПЛАНЫ ЗДАНИЙ

Разрезы зданий вертикальными плоскостями могут быть продольными и поперечными. При выполнении разреза здания (сооружения) положение мнимой вертикальной плоскости принимают, как правило, с таким расчетом, чтобы в изображение попадали проемы окон, наружных ворот и дверей. По участкам, особенности которых не выявлены в основных разрезах, приводят местные (частичные) разрезы. Разрезы в начальной стадии проектирования выполняют с тем, чтобы показать все необходимые раз-

меры для проработки фасада. Такие разрезы могут быть использованы при проектировании внутренних и отделочных работ интерьеров зданий.

В рабочих чертежах направление взгляда для разрезов зданий принимают, как правило, по плану — снизу вверх или справа налево.

На рис. 1.30 показан разрез промышленного здания.

Из видимых элементов на разрезах изображают только элементы конструкций здания (сооружения), подъемно-транспортное оборудование, открытые лестницы и площадки, находящиеся непосредственно за линией плоскости разреза.

На разрезах здания (сооружения) без подвала грунт и элементы конструкций, расположенные ниже фундаментных балок, и верхние части ленточных фундаментов не изображают.

Тоннели показывают схематично тонкой штриховой линией.

Пол на грунте изображают одной сплошной толстой линией, пол на перекрытии и кровлю — одной сплошной тонкой линией независимо от числа слоев в их конструкции.

Состав и толщину слоев покрытия указывают в выносной надписи.

На разрезах наносят и указывают:

координационные оси здания (сооружения) и расстояния между ними и крайними осями, оси у деформационных швов;

отметки уровня земли, чистого пола, этажей и площадок, низа несущих конструкций покрытия одноэтажных зданий (сооружений) и низа плит покрытия верхнего этажа многоэтажных зданий (сооружений);

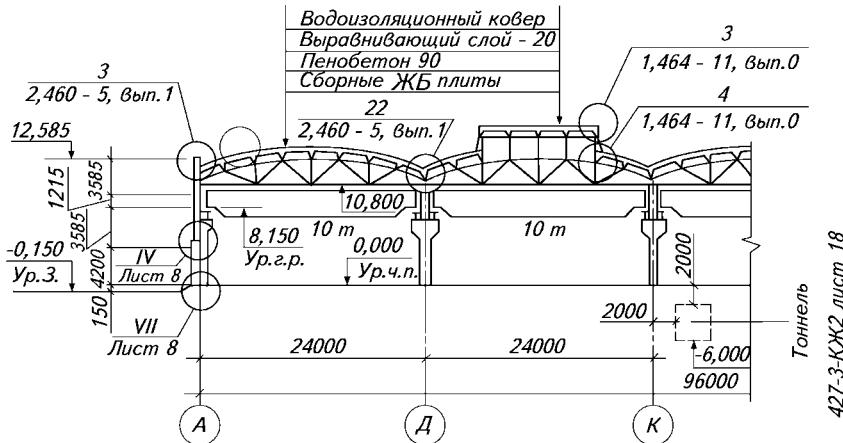


Рис. 1.30. Разрез промышленного здания

отметку низа опорной части заделываемых в стены элементов конструкций;

отметку верха стен, карнизов, уступов стен, головки рельсов крановых путей;

размеры и привязку (по высоте) проемов, отверстий, ниш и гнезд в стенах и перегородках, изображаемых в сечении;

толщину стен и их привязку к координационным осям здания или сооружения (при необходимости);

марки узлов, а также номера чертежей элементов здания (сооружения), замаркированных на разрезах.

Конструкция лестницы в основном состоит из маршей (наклонных плоскостей со ступенчатыми поверхностями) и площадок.

Ступени опираются на наклонные балки, называемые косоурами при устройстве лестниц в каменных или бетонных зданиях, а при устройстве деревянных лестниц — тетивами.

Лестницы из крупноразмерных элементов состоят из маршей, площадок и ограждений, представляющих собой целые изделия заводского изготовления.

Высота проходов под лестничными площадками и маршрутами должна быть (до низа выступающих конструкций) не менее 2100 мм. Лестничные клетки должны иметь естественное освещение через окна в наружных стенах.

1.9.6. ЧЕРТЕЖИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Фасадом называется вид здания спереди или сбоку и сзади. В наименовании фасадов указывают крайние координационные оси и изображают их на чертеже участка.

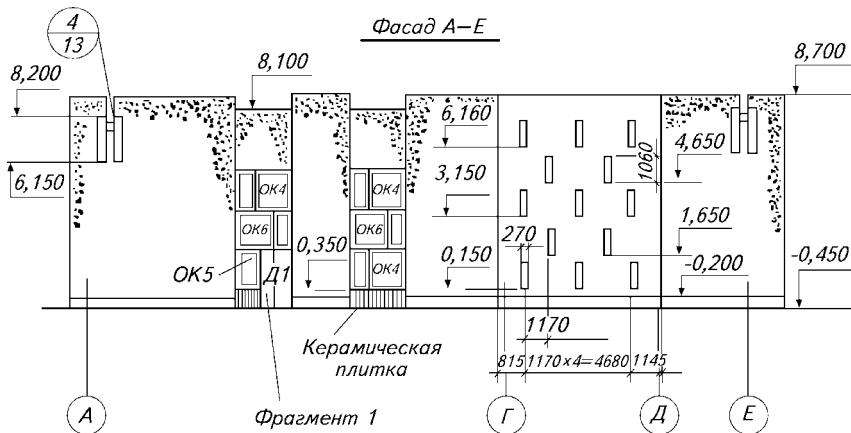


Рис. 1.31. Фасад здания

На фасаде (рис. 1.31) наносят и указывают:

координационные оси здания (сооружения), проходящие в характерных местах фасадов (например, крайних, у деформационных швов, в местах уступов в плане и перепадах высот);

отметки уровня земли, входных площадок, верха стен, низа и верха проемов и расположенных на разных уровнях элементов фасадов, например козырьков, выносных тамбуров (допускается отметить низа и верха указывать на разрезах);

отметки, размеры и привязку проемов и отверстий, не указанных на планах и разрезах;

типы заполнения оконных проемов, если они не входят в состав элементов сборных конструкций стен;

вид отделки участков стен, отличающихся от остальных (преобладающих);

ссылки на фрагменты и узлы, а также на элементы здания (сооружения), не замаркированные на планах и разрезах;

наружные пожарные и эвакуационные лестницы, примыкающие к галереям.

Некоторые части фрагментов могут быть выполнены в более крупном масштабе.

Фасады зданий (сооружений) допускается использовать в качестве схем расположения элементов конструкций, заделываемых в кладку стен (например, перемычек).

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите и дайте определения сооружениям, которые применяют для хранения картофеля и овощей. 2. Какие сооружения применяют для хранения зерна? 3. Какие сведения должно включать задание на проектирование? 4. Какие стадии разработки технической документации вы знаете? 5. Как выбирают площадку для строительства сооружений? 6. Что такое генеральный план, перечислите этапы его разработки. 7. В чем заключаются основные принципы проектирования генерального и ситуационного планов? 8. В чем заключаются основные принципы проектирования промышленных зданий? 9. Какие существуют фундаменты промышленных зданий? 10. Как устраивают полы в промышленных зданиях? 11. Каково основное значение стандартов ЕСКД? 12. Какие классификационные группы стандартов ЕСКД вы знаете? 13. Какие формы основных надписей установлены системой проектной документации для строительства? 14. Что такое спецификация и как ее оформляют? 15. Какие масштабы применяют на строительных чертежах? 16. Приведите характеристику линий, применяемых на строительных чертежах. 17. Как следует наносить размеры на чертежах? 18. Перечислите основные требования к нанесению размеров. 19. Каковы особенности ортогонального проектирования? 20. Как изображают основные конструктивные элементы и схемы зданий? 21. Перечислите основные требования к строительным чертежам. 22. Каковы требования к чертежам планов зданий? 23. Как должны быть выполнены чертежи фасадов зданий?

2. ОБОРУДОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ



Современное сооружение для хранения продукции растениеводства и животноводства представляет собой комплекс помещений, оснащенных всем необходимым оборудованием как для подготовки продукции к хранению, так и для сохранения, контроля качества в процессе хранения и подготовки ее для реализации.

Все используемое в сооружениях для хранения сельскохозяйственной продукции оборудование можно разделить на следующие основные группы:

- оборудование для приемки продукции;
- транспортное оборудование;
- вентиляционное оборудование;
- оборудование для сушки;
- инспекционное и калибровочное оборудование;
- холодильное оборудование и др.

2.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИЕМКИ ПРОДУКЦИИ

2.1.1. ВЕСОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В хранилищах применяют весовое оборудование общего и специального назначения (товарное, автомобильное, вагонное, элеваторное, дозировочное, лабораторное и др.). По конструктивным особенностям весовое оборудование можно подразделить на платформенное, ковшовое, порционное автоматическое, стационарное, передвижное и настольное.

Основные характеристики весового оборудования — чувствительность, точность, устойчивость.

Чувствительностью называют перемещение подвижного указателя коромысла под действием груза, положенного на весы.

Устойчивость — это способность подвижного механизма весов возвращаться в исходное положение после снятия нагрузки.

Под *точностью* измерений понимают свойство весов указывать значение, наиболее близкое к истинной массе груза.

Для каждого класса весового оборудования установлена максимально допустимая погрешность. Оборудование считается точным, если отклонение показаний от истинных значений массы груза не выходит за пределы допускаемых.

Допускаемые погрешности весового оборудования приведены ниже:

Интервал взвешивания, цена деления шкалы	Допускаемая погрешность, цена деления шкалы
От наименьшего предела взвешивания до 500	1,0
Свыше 500 до 2000	1,5
Свыше 2000 до наибольшего предела взвешивания	2,0

Для цифропоказывающих весов общего назначения установлены допускаемые погрешности: в диапазоне от наименьшего предела до 2000 делений шкалы — 1 деление; свыше 2000 до наибольшего предела — 2 деления.

Наименьший предел взвешивания для всего передвижного и стационарного весового оборудования общего назначения установлен не более 5 % от наибольшего предела взвешивания.

Технологическое весовое оборудование и весовые дозаторы изготавливают следующих классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0.

Для определения класса точности циферблатных и коромысловых шкальных весов берут значения относительной погрешности при максимальном пределе взвешивания, выраженной в процентах от указанного предела. Для определения класса точности автоматических порционных весов дискретного действия берут относительную допустимую погрешность среднего арифметического значения массы порции из десяти взвешиваний в процентах от ее номинального значения.

2.1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕСОВ

Гирные весы (рис. 2.1) состоят из треугольного 1 и трапециевидного 2 рычагов, соединенных между собой серьгой 4. Рычаги опираются на призмы 3 и 15, которые прикреплены к раме весов серьгами 6, и на коромысло 14. Коромысло посредством призмы опирается на кронштейн. На призму коромысла при помощи серьги 13 подвешен гиродержатель 10.

С противоположного конца коромысла призма 15 соединена с платформой через тягу рычагом 1. Тяга проходит внутри колонки 8. Сама платформа весов опирается на призмы платформенных рычагов посредством четырех подушек. Для установки платформы

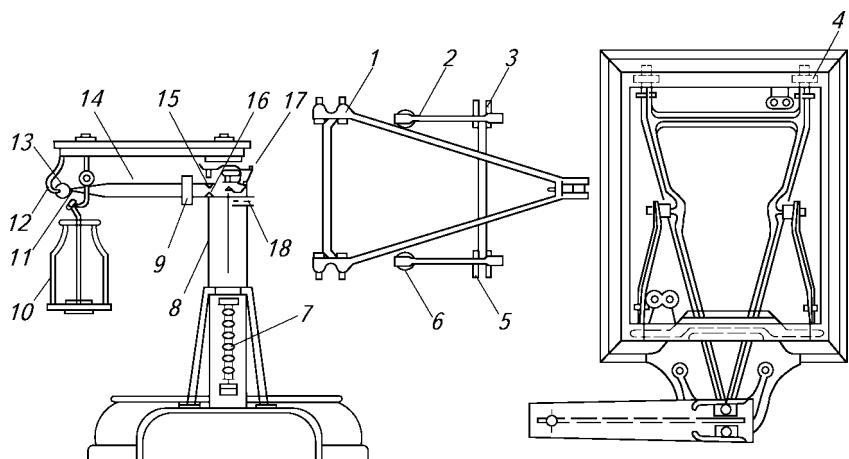


Рис. 2.1. Гирные весы:

1 — треугольный рычаг; 2 — трапециевидный рычаг; 3, 5, 15, 16 — призмы; 4, 6, 13 — серьги; 7 — отвес; 8 — колонка; 9 — гиря; 10 — гиродержатель; 11 — подвижный указатель; 12 — неподвижный указатель; 14 — коромысло; 17 — регулятор тары; 18 — арретир

в горизонтальное положение служит отвес 7. Гиря 9 перемещается по коромыслу с делениями. При помощи регулятора тары 17 весы приводят в равновесие. Арретиром 18 устраняют колебания коромысла. Весы считаются уравновешенными, если острие подвижного указателя 11 совпадает с острием неподвижного указателя 12. Соотношение плеч для гирных весов составляет 1 : 1000. Гирные весы изготавливают с наибольшими пределами взвешивания 500, 1000, 2000 и 3000 кг.

Шкальные весы не имеют гиродержателя, вместо него на коромысле нанесены две шкалы: основная и дополнительная, которые выпускаются со следующими пределами взвешивания: 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 3000 и 6000 кг.

Циферблочные весы по конструкции схожи с гирными, но отличаются от них указателем. Между указателем и грузоподъемным механизмом установлен промежуточный механизм (рис. 2.2).

Грузоподъемный механизм циферблочных весов такой же, как и у гирных, но соединен вертикальной тягой не с коромысловым указателем, а с вертикальной тягой 12 промежуточного механизма, которая связана с коромыслом 5, а последнее с рычагом 6. Свободный конец рычага 6 соединен с тягой циферблочного указателя, которая передает усилие от взвешиваемого груза.

Коромысло 5 промежуточного механизма имеет регулятор 4, вращающийся на винте 3 для приведения стрелки циферблата к

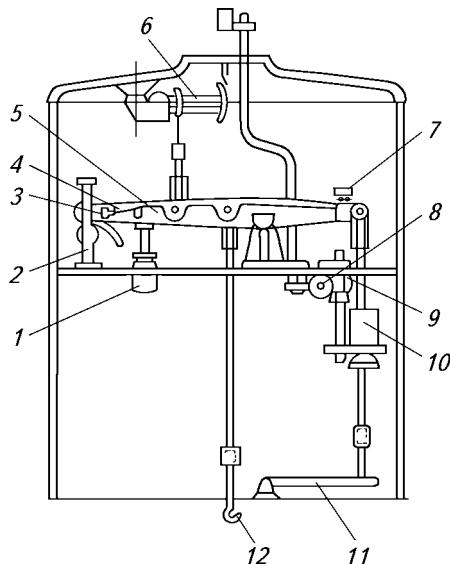


Рис. 2.2. Промежуточный механизм циферблатных весов:

1 — демпфер; 2 — арретир; 3 — винт; 4 — регулятор; 5 — коромысло; 6 — рычаг; 7 — рукоятка; 8, 9 — реечный механизм; 10 — гиродержатель с накладной гирией; 11 — ограничительная струна; 12 — тяга промежуточного механизма

нулю. Концевая призма коромысла установлена в каретке, положение которой регулируют на заводе-изготовителе рукояткой 7. Гиродержатель 10 подвешен на концевой призме с накладной гирией, которую применяют только на весах с наибольшим пределом взвешивания (свыше 1000 кг). Гири устанавливают и снимают при помощи реечного механизма 9. Произвольные колебания гири и гиродержателя ограничены струной 11.

При снятии или установке накладной гири циферблатное число в окошке перемещается реечным механизмом 8. Демпфер 1 на средней плите промежуточного механизма предназначен для ускорения затухания колебаний стрелки циферблатного указателя. Предусмотрен перевод механизма весов из рабочего положения в закрытое.

Циферблатный указатель (рис. 2.3) предназначен для автоматического уравновешивания груза, а также для определения его массы по положению стрелки на шкале циферблата. Основные части указателя — два симметрично подвешенных на ленте квадранта 1 силоизмерителей с противовесами 13.

Создаваемое взвешиваемым грузом усилие передается через подплатформенные рычаги и промежуточный механизм тяге 11

циферблатного указателя, введенной в корпус указателя через гидравлический затвор 10. Грузоподъемный сектор 8 передает усилие тяге, связанной с грузоподъемными лентами. При этом опорные секторы 7, подвешенные на лентах 6, скользят по направляющим рамкам 5. Квадранты с противовесами 13 перемещаются в центрах и одновременно поднимаются вместе с мостиком 3. К мостику прикреплена зубчатая рейка 4, которая находится в зацеплении с зубчатым колесом 2, закрепленным на одной оси со стрелкой 12. Противовесы 13 в определенном положении уравновешивают усилие, передаваемое тягой 11, а стрелка, поворачиваясь относительно циферблата, указывает массу груза. На циферблатном указателе предусмотрено окно, в котором при установлении накладной гири на гиродержатель появляется цифра, соответствующая условной массе накладной гири.

Циферблочные весы выпускают со следующими наибольшими пределами взвешивания: 60, 100, 150, 300, 600, 1000, 2000, 3000, 6000 кг.

Автомобильные весы (рис. 2.4) предназначены для взвешивания автомобилей и автопоездов в статическом состоянии. По своему устройству они не отличаются от товарных платформенных весов.

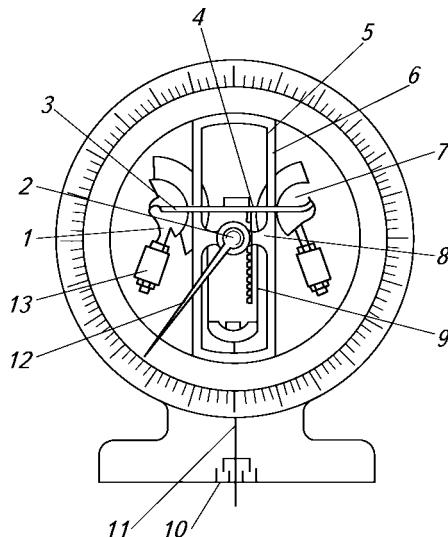


Рис. 2.3. Циферблатный указатель весов:

1 — квадрант; 2 — зубчатое колесо; 3 — соединительный мостик; 4 — зубчатая рейка; 5 — рамка; 6 — опорная лента; 7 — опорный сектор; 8 — грузоподъемный сектор; 9 — грузоприемный сектор; 10 — гидравлический затвор; 11 — тяга циферблатного указателя; 12 — стрелка; 13 — противовес

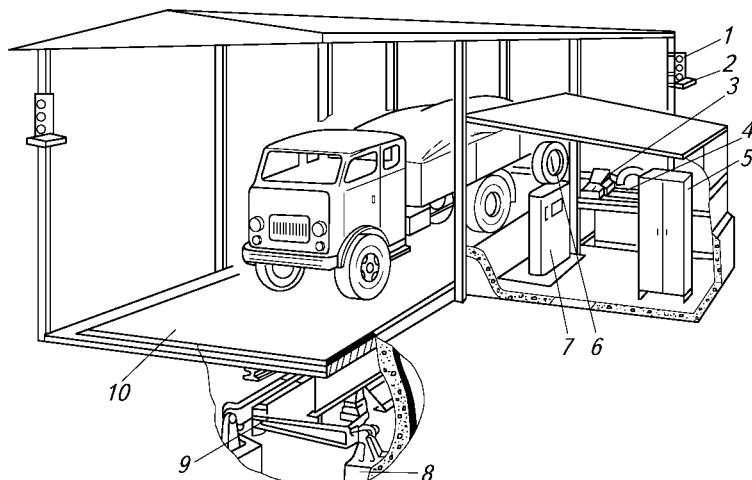


Рис. 2.4. Автомобильные весы:

1—светофор; 2—цифровое табло; 3—регистрирующее устройство; 4—пульт управления; 5—электрошкаф; 6—циферблатный указатель; 7—промежуточный механизм; 8—фундамент; 9—рычажный механизм; 10—грузоприемная платформа

Стационарные автомобильные весы (рис. 2.4) устанавливают на фундаменте 8 котлована. Весы состоят из грузоприемной платформы 10, рычажного механизма 9, регистрирующего устройства 3, промежуточного механизма 7, циферблатного указателя 6, электрошкафа 5, пульта управления 4. Информация о результатах взвешивания одновременно поступает на цифровые индикаторы пульта управления 4 и цифрового табло 2. Светофоры 1 подают сигнал о готовности к взвешиванию. Водитель автомобиля определяет массу взвешиваемого груза по цифровому табло 2, расположенному под светофорами 1.

Пределы взвешивания циферблатных и дискретно-циферблатных весов разных марок от 0,5 до 60,0 т.

В настоящее время освоено производство цифropоказывающих бесциферблатных весов с регистрирующими устройствами, которые оснащают специальными пультами автоматической регистрации результатов взвешивания. Пределы взвешивания автомобильных электронных весов разных марок от 5 до 100 т.

Устанавливают автомобильные весы на подземный бетонный фундамент под навесом или в помещении. Для обеспечения свободного колебания грузоподъемной платформы между ней и обвязочной рамой фундамента оставляют зазор 15...20 мм.

Вагонные платформенные рычажные весы предназначены для взвешивания железнодорожных вагонов в статическом состоянии. Платформу весов устанавливают на тензометрических датчиках. Для ограничения движения платформы в поперечном и продольном направлениях служат мощные поперечины, которые, однако, не препятствуют перемещению платформы весов вниз. Конструкция платформы обеспечивает проведение ремонтного обслуживания или замену узлов без удаления рамы. В качестве силоизмерительных элементов в этих весах используют точные тензодатчики. Вагонные платформенные весы (рис. 2.5) работают в сложных условиях, поэтому для них необходимо проектировать фундаменты, способные воспринимать как статические, так и динамические нагрузки.

Вагоны взвешивают в неподвижном состоянии после расцепки. Их подают на весы и откатывают с них со скоростью не более 3...5 км/ч без толчков и ударов при закрытом арретире.

Ковшовые весы (рис. 2.6) предназначены для взвешивания зерна в элеваторах. Они представляют собой рычажные коромысловые бункерные весы порционного взвешивания с наибольшим пределом взвешивания 5, 10 и 20 т.

Зерно поступает в ковш, опирающийся на систему неравноплечих рычагов и раму. Давление, уменьшенное рычагами, тягой передается коромыслу. Взвешивание ведут большой и малой гириями. При работе ковшовых весов участие работника обязательно: он открывает надвесовую задвижку, закрывает ее после заполнения ковша, взвешивает порцию зерна, а затем, открывая подвесовую задвижку, освобождает ковш. После опорожнения ковша операцию повторяют.

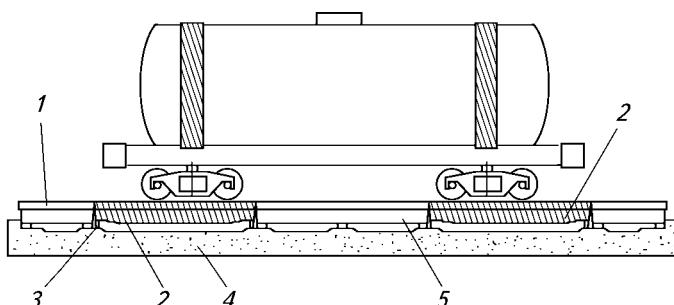


Рис. 2.5. Вагонные весы:

1 — подъездная платформа; 2 — весовая платформа; 3 — датчик; 4 — фундамент; 5 — промежуточная платформа

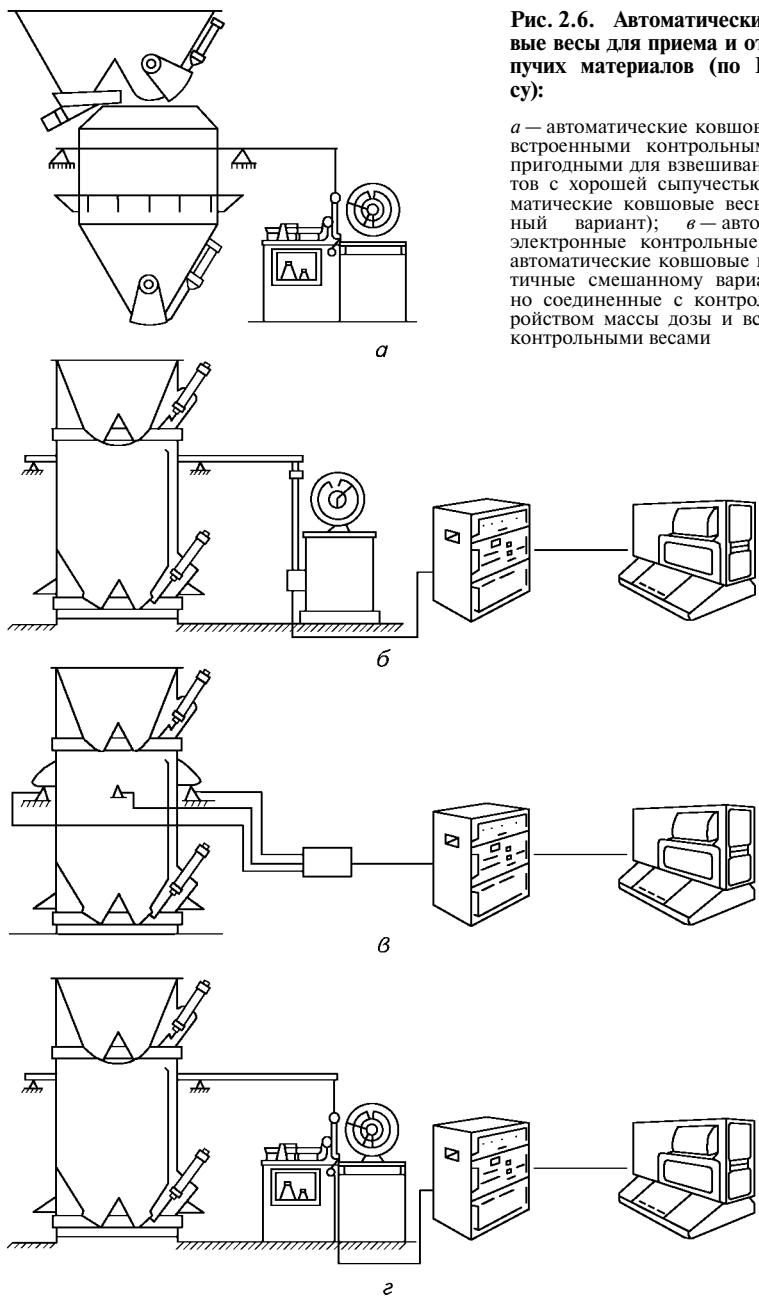


Рис. 2.6. Автоматические ковшовые весы для приема и отпуска сыпучих материалов (по Г. Бумансу):

а — автоматические ковшевые весы со встроеннымными контрольными весами, пригодными для взвешивания продуктов с хорошей сыпучестью; *б* — автоматические ковшевые весы (смешанный вариант); *в* — автоматические электронные контрольные весы; *г* — автоматические ковшевые весы, идентичные смешанному варианту весов, но соединенные с контролльным устройством массы дозы и встроенными контрольными весами

Для определения массы сыпучих материалов используют два основных метода автоматического взвешивания: непрерывное и дискретное.

При *непрерывном* взвешивании масса движущегося груза изменяется в потоке, т. е. без его остановки на грузоприемном устройстве весов.

Примером устройства для непрерывного взвешивания являются конвейерные весы, на которых материал взвешивается в процессе его транспортирования с высокой производительностью. Конвейерные весы состоят из одной или нескольких роликовых опор, установленных на грузоприемном устройстве. Нагрузка на ленту передается с грузоприемной платформы и, возможно, непосредственно через рычажную систему на силоизмерительный элемент, который может быть электрическим, механическим, гидравлическим или пневматическим.

Сигнал силоизмерительного элемента перемножается с другим сигналом, определяющим скорость ленты. Полученный комбинированный сигнал с грузоприемного механизма и датчика скорости ленты определяет расход материала, т. е. производительность конвейера. Суммирующее устройство интегрирует сигнал производительности во времени, и на цифровом считающем устройстве появляется значение общего количества материала, проходящего через конвейерные весы.

При *периодическом* или *дискретном* взвешивании поток материала останавливается и измеряется его масса. Существует две системы дискретного дозирования — дозирование постоянной порции и дозирование с последующим взвешиванием.

Дозаторы дискретного действия предназначены для выдачи заданного количества порций равной массы.

Дозаторы со взвешиванием работают с повторяющимися значениями неравной массы. В этом случае материал проходит из приемного в грузоприемный бункер до тех пор, пока не будет достигнуто заданное значение массы. Когда весовой механизм приходит в положение равновесия, включается печатающее устройство, которое печатает массу продукта и тары. Разница между общей массой (брутто) и массой тары регистрируется каждый раз при прохождении материала через дозатор.

Основным преимуществом системы дискретного дозирования по сравнению с системой непрерывного взвешивания является точность (погрешность в пределах 0,1 %). К недостаткам системы дискретного дозирования относится то, что оно требует подъема материала для загрузки его в грузоприемный бункер, а это увеличивает расходы и приводит к частичному разрушению материала при перемещении.

2.1.3. УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗГРУЗКИ АВТОМОБИЛЕЙ И ВАГОНОВ

Оборудование для комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ классифицируют по следующим основным признакам: назначению — для разгрузки или погрузки автомобильного, железнодорожного или водного транспорта; виду продукта — для работы с насыпными или тарными грузами; способу применения или подвижности — стационарное или передвижное.

Работы по выгрузке материала из автомобилей и автопоездов выполняют при помощи *автомобилеразгрузчиков*. Выгрузка продукта из кузова происходит под действием силы тяжести при создании необходимого наклона автомобиля или прицепа. При этом сыпучий продукт высыпается из кузова через открытый задний или боковой борт. Применяют авторазгрузчики двух видов: стационарные и передвижные с механическим или гидравлическим приводом.

Рассмотрим несколько моделей автомобилеразгрузчиков.

Гидравлический универсальный автомобилеразгрузчик У15-УРВС (рис. 2.7) предназначен для разгрузки сыпучих материалов из бортовых автомобилей с одним или несколькими прицепами без расцепки. Он состоит из платформ (большой и боковой), гидросистемы, системы управления, приставки.

Большая платформа 2 — это основной узел машины. Одна его сторона соединена с опорой 1, а другая свободно опирается на выступ фундамента. Левая и правая площадки платформы 8 и 9 связаны между собой сварной фермой и приставкой. Средняя часть платформы закрывается центральными площадками 10 и 11 и малой площадкой 13. Для удержания автомобилей при разгрузке предусмотрены упоры 12. Платформа 2 разгрузчика служит проездной решеткой для автомобилей-автотягачей с полуприцепами.

Гидросистема разгрузчика состоит из насосной станции 16, двух телескопических гидродомкратов 6, гидроподъемника 3 и системы трубопроводов.

В состав насосной станции входят: масляный бак, электродвигатель, шестеренный насос, обратный клапан, кран управления с электромагнитным приводом, манометр, рама и предохранительный клапан.

Основаниями телескопические гидродомкраты 6 устанавливаются в подшипники скольжения двух опор 7, а шарами — в опорные подшипники.

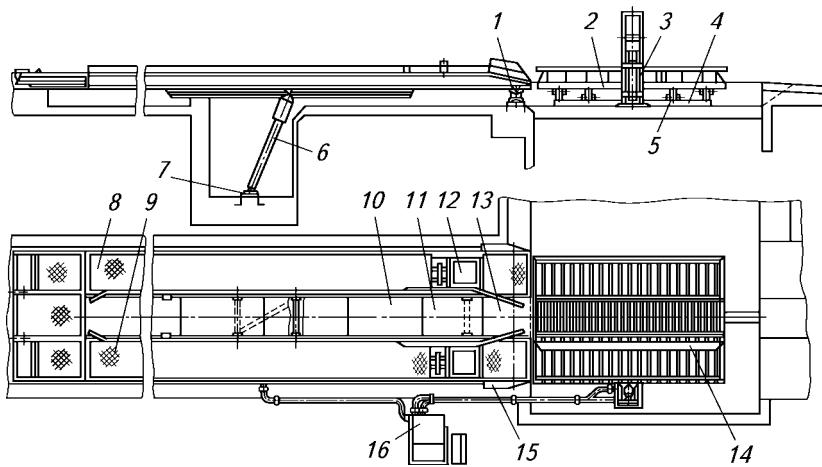


Рис. 2.7. Автомобилеразгрузчик У15-УРВС:

1 — опора; 2 — большая платформа; 3 — гидроподъемник; 4 — рама; 5 — корректирующий рычаг; 6 — гидродомкрат; 7 — опора гидродомкрата; 8, 9 — левая и правая площадки; 10, 11 — центральные площадки; 12 — упоры большой платформы; 13 — малая площадка; 14 — боковой упор; 15 — боковой лист; 16 — насосная станция

Гидроподъемник 3, предназначенный для наклона боковой платформы, устанавливают на металлические балки над приемным устройством.

Автомобилеразгрузчик У15-УРАГ (рис. 2.8) предназначен для разгрузки автомобилей через открытые задний и боковой борта.

Платформы 4, 7 представляют собой сборную металлоконструкцию и служат для проезда, установки, наклона и опускания разгружаемого автотранспорта. Платформа поворачивается вокруг осей опоры 5 при помощи телескопических гидродомкратов. Две пары регулируемых цепных стропов, установленных на страховочном устройстве 8 площадок, служат для удержания и страховки автомобилей на платформе при разгрузке.

Гидросистема разгрузчика состоит из насосной станции, двух телескопических гидродомкратов, гидроподъемника, механизма ограничения подъема, большой платформы 4, шарниров гидродомкратов, двух опор 5 и системы трубопроводов. Насосная станция служит для подачи рабочей жидкости в цилиндры гидродомкратов.

Автомобилеразгрузчик У15-УРАГ работает следующим образом. Автомобиль с прицепом или полуприцепом устанавливают на соответствующих платформах разгрузчика. При этом открывают

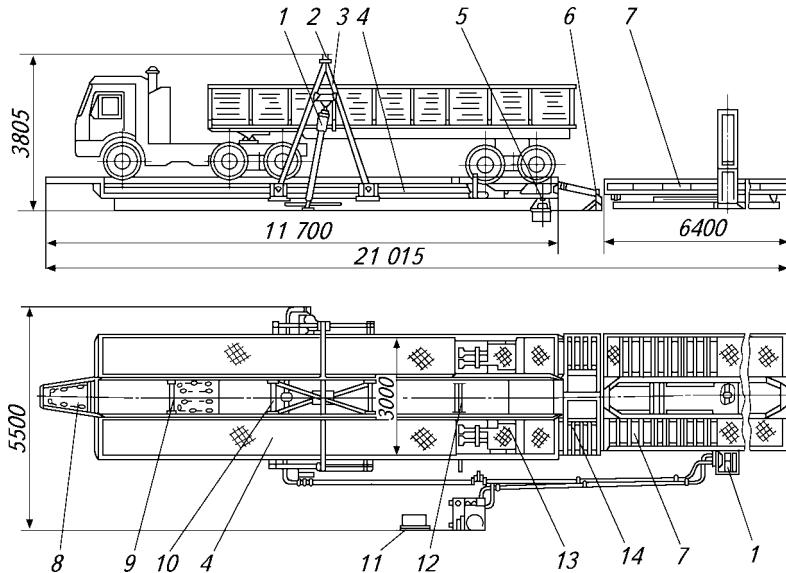


Рис. 2.8. Автомобилеразгружчик У15-УРАГ:

1 — гидросистема; 2 — балка; 3 — стойка; 4, 7 — большая и боковая платформы; 5 — опора платформы; 8 — страховочное устройство; 9, 12 — стяжки; 10 — ферма; 11 — система управления; 13 — опора колес; 14 — проездная решетка

борт (задний — при разгрузке на большой платформе, боковой — при разгрузке на боковой платформе). Далее по команде с пульта управления платформа максимально наклоняется. При этом продукт выгружается в общий бункер приемного устройства. После разгрузки продукта платформы принимают горизонтальное положение, водитель закрывает борт автомобиля и съезжает с платформы.

Разгружчик автомобилей ABC-50-2 предназначен для механизированной выгрузки зерна через открытый боковой борт из одиночных автомобилей, автомобилей с полуприцепами, автопоездов с одним или несколькими прицепами без их расцепки. Этот разгружчик может разгружать все автомобили, применяемые для перевозки зерна.

Он состоит из платформы, привода, трансмиссионного вала, опор (левой и правой).

Для перевозки зерна и продуктов его переработки используют в основном грузовые вагоны, специализированные саморазгружающиеся вагоны и вагоны-муковозы. Для разгрузки железнодорож-

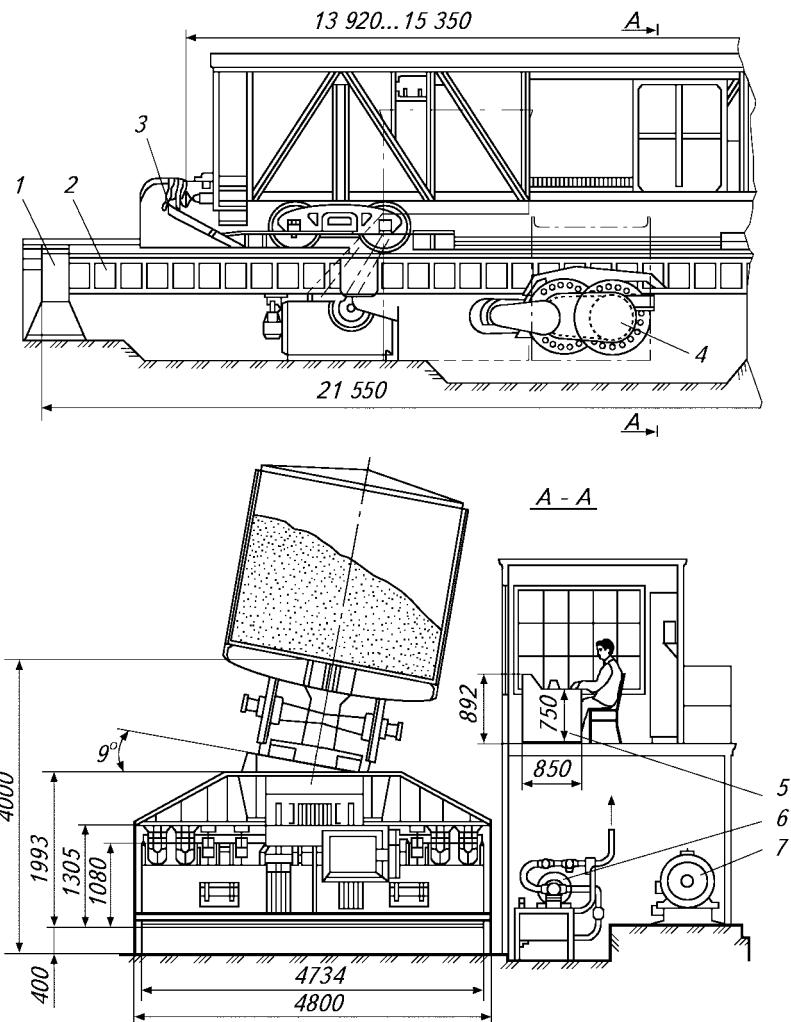


Рис. 2.9. Вагоноразгрузчик ИРМ-8:

1 — стабилизатор; 2 — мост-платформа; 3 — зажим; 4 — механизм качания; 5 — пульт управления; 6 — насос; 7 — генератор

ных вагонов используют вагоноразгрузчики разных конструкций. Работу и устройство вагоноразгрузчиков рассмотрим на примере инерционного вагоноразгрузчика ИРМ-8.

Вагоноразгрузчик ИРМ-8 (рис. 2.9) состоит из моста-платформы 2, опирающейся через рычаги-балансиры и пружины на две опоры, зажима 3, механизма качания 4, стабилизатора 1, насоса 6, генератора 7 и пульта управления 5. На платформе уложены рельсы, один из которых закреплен выше другого на 265 мм, благодаря чему обеспечивается уклон разгружаемого вагона в сторону двери, равный 9°.

По сравнению, например, с механизированными лопатами при использовании вагоноразгрузчика ИРМ-8 значительно увеличивается производительность труда, сокращается продолжительность разгрузки, облегчаются условия труда обслуживающего персонала.

В АПК используют и другие типы вагоноразгрузчиков, например гидравлический вагоноразгрузчик (ВРГ), вагоноразгрузчик (ВГТ) и др.

2.1.4. ГРУЗОПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для механизации транспортных, складских и погрузочно-разгрузочных работ существует значительное число разнообразных машин и механизмов, составляющих отдельную группу подъемно-транспортного оборудования, к которому относятся универсальные самоходные автопогрузчики и электропогрузчики (для штучных и насыпных грузов) и специальные погрузочно-разгрузочные машины и агрегаты. Основные преимущества машин безрельсового транспорта перед подъемно-транспортным оборудованием других видов заключаются в универсальности, мобильности, простоте, дешевизне, возможностях использования в стесненных условиях складов.

Широкое распространение для работы в закрытых помещениях находят автопогрузчики, электропогрузчики, электроштабелеры и др.

Автопогрузчик — универсальная самоходная подъемно-транспортная машина, предназначенная для погрузки, выгрузки и транспортирования на небольшие расстояния различных грузов. В основном он работает со штучными и пакетированными грузами, но его также можно использовать для перевозки сыпучих грузов. Автопогрузчик захватывает груз, транспортирует его, поднимает на требуемую высоту, укладывает и штабелирует.

Он состоит из грузоподъемного оборудования и пневмоколесной ходовой части.

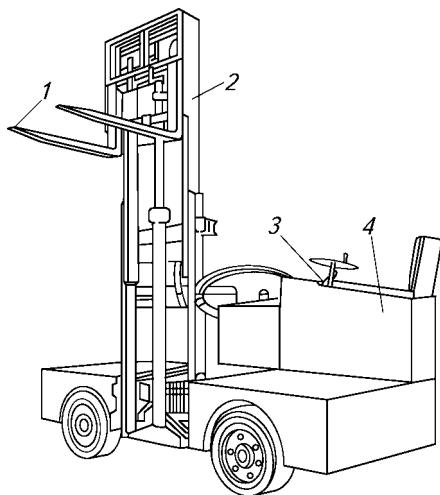


Рис. 2.10. Автопогрузчик:

1 — грузозахватное приспособление — вилы; 2 — боковой грузоподъемник; 3 — рулевое управление; 4 — ходовая часть

Имеются автопогрузчики с фронтальным или боковым грузоподъемником.

На рис. 2.10 приведена схема автопогрузчика, состоящего из бокового грузоподъемника 2, грузозахватного приспособления — вил 1, ходовой части 4 и рулевого управления 3.

Ходовая часть 4 автопогрузчика состоит из рамы, на которой установлен двигатель, агрегаты, система силовой передачи и ходовое устройство. Колеса ходового устройства образуют четыре опоры погрузчика и обеспечивают ему устойчивое положение, передвижение и маневрирование на площадке. Погрузчик приводится в движение от двигателя внутреннего сгорания. На погрузчике используются механические и гидравлические передачи.

Аккумуляторный электропогрузчик грузоподъемностью 0,75 т (рис. 2.11) снабжен гидравлическим приводом, состоящим из гидронасоса, золотникового распределителя 7, двух цилиндров наклона 18, цилиндра подъема 2, масляного бака и арматуры.

Основные части электропогрузчика — рама шасси 12, ведущий мост 16, грузоподъемный механизм 3, задний мост 14, руль 9, аккумуляторная батарея 11, электродвигатель с редуктором 17, насос 10, грузоподъемник 1, противовес 13.

На раме между передними колесами шарнирно укреплен грузоподъемный механизм 3 с телескопической рамой и кареткой для

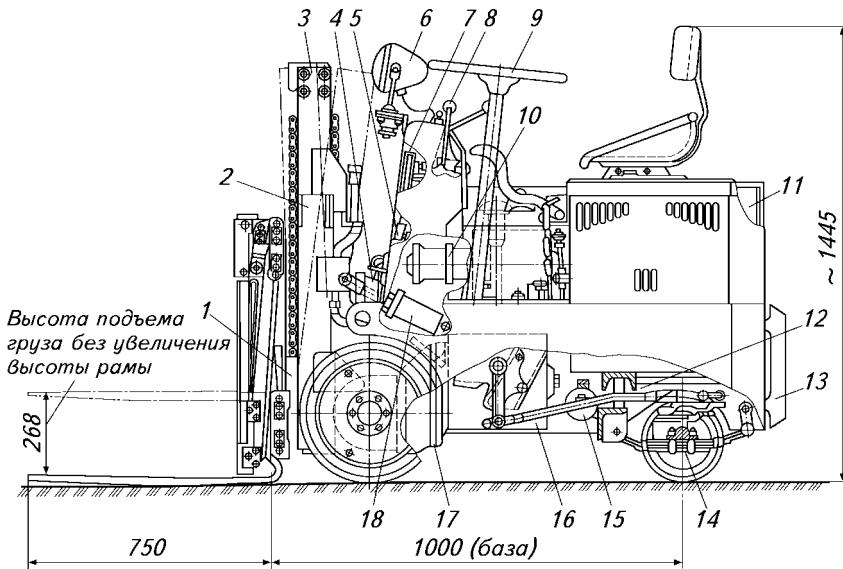


Рис. 2.11. Аккумуляторный электропогрузчик:

1 — грузоподъемник; 2 — шток цилиндра подъема; 3 — грузоподъемный механизм; 4 — устройство подачи звукового сигнала; 5 — контактор; 6 — фара; 7 — золотниковый распределитель; 8 — контроллер; 9 — руль; 10 — насос; 11 — аккумуляторная батарея; 12 — рама шасси; 13 — противовес; 14 — задний мост; 15 — пусковое сопротивление; 16 — ведущий мост; 17 — электродвигатель с редуктором; 18 — цилиндр наклона

крепления рабочих приспособлений. Рама грузоподъемника может отклоняться вперед при помощи двух гидравлических цилиндров 18. Противовес 13 обеспечивает продольную устойчивость электропогрузчика.

Аппаратура управления электропогрузчиком состоит из контактора 5, контроллера 8 и пускового сопротивления 15.

На электропогрузчике установлены устройство подачи звукового сигнала 4 и фара 6.

Электроштабелеры могут выполнять те же операции, что и мостовые краны общего назначения и вилочные погрузчики.

Достоинством электроштабелеров является то, что они могут укладывать грузы на большую высоту, а ширина проходов для их работы незначительно превышает размер пакета или поддона.

Применяют электроштабелеры для механизации работы в складах при значительной высоте укладки грузов.

На рис. 2.12, а приведена схема мостового крана-штабелера, а на рис. 2.12, б — стеллажного крана-штабелера.

Мостовой кран-штабелер состоит из кранового моста 3, по которому перемещается тележка 4 с закрепленной на ней вертикальной рамой 5. Колонна оборудована направляющей для перемещения грузового захвата 6. Мостовой кран-штабелер перемещается по рельсовым путям 1, смонтированным на стеллажах или на конструкции здания 2.

Работает мостовой кран-штабелер следующим образом: тележка крана перемещает грузовой захват с грузом до нужной секции; захват останавливается точно у ячейки, но несколько выше ее полки, вводит груз в ячейку, опускается несколько ниже уровня полки (груз остается на полке) и выводится в проход.

Стеллажный кран-штабелер состоит из тележки 3, передвигающейся по рельсовым путям 2 вдоль ряда стеллажей 1 и снабженной вертикальной колонной 4, на которой смонтированы направляющие для подъемной платформы 5, где устанавливается захват 6.

Работает стеллажный кран-штабелер следующим образом: с приемной площадки путем выдвижения грузового захвата (или вручную) груз забирают и устанавливают на грузовую платформу; одновременно ведется передвижение крана и подъемной ячейки стеллажа (при этом вилы грузового захвата находятся на 30...50 мм выше уровня ячейки); затем грузовой захват выдвигается внутрь стеллажа и опускается ниже уровня ячейки; таким образом, груз

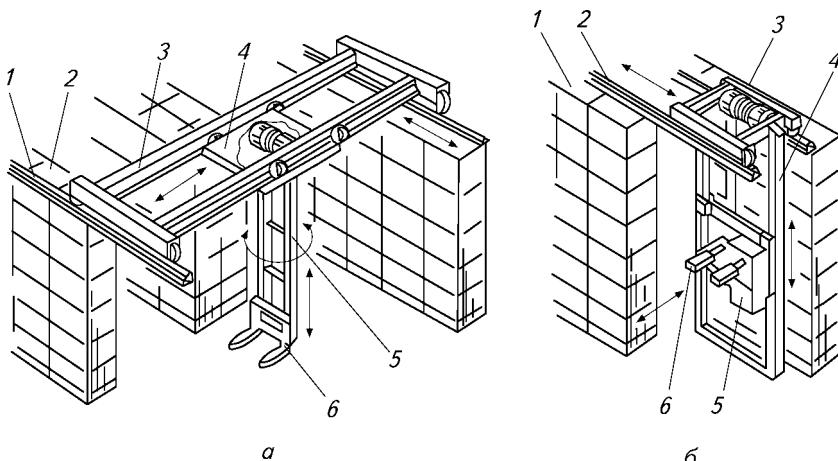


Рис. 2.12. Схемы кранов-штабелеров:

а — мостового: 1 — рельсовые пути; 2 — конструкция здания; 3 — крановый мост; 4 — тележка; 5 — вертикальная рама; 6 — грузовой захват; *б* — стеллажного: 1 — стеллажи; 2 — рельсовые пути; 3 — тележки; 4 — вертикальная колонна; 5 — подъемная платформа; 6 — захват

остается лежать на опорной плоскости стеллажной ячейки. После этого грузовой захват убирается внутрь крана-штабелера, который возвращается в исходное положение.

2.2. ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

К основному транспортирующему оборудованию в сооружениях для хранения сельскохозяйственной продукции относят конвейеры (транспортеры), нории, пневматические и самотечные устройства. Работа транспортного оборудования характеризуется тем, что в зависимости от характера продукта грузовой поток может быть осуществлен в виде сплошной струи сыпучих или кусковых продуктов, а также в виде отдельных порций сыпучих или кусковых продуктов и отдельных штучных грузов. Работу транспортных машин значительно легче автоматизировать, чем, например, грузоподъемных машин.

2.2.1. КОНВЕЙЕРЫ (ТРАНСПОРТЕРЫ)

Конвейеры (транспортеры) предназначены для горизонтального и наклонного перемещения грузов и подразделяются на ленточные, скребковые, пластинчатые, вибрационные и подвесные.

Ленточные конвейеры предназначены для перемещения различных грузов в горизонтальном или наклонном направлении и могут быть стационарными или передвижными. Специальные ленточные конвейеры используют для перемещения грузов в вертикальном или крутонаклонном направлении. Ленточные конвейеры получили широкое распространение на складах, мельницах, зернотоках, элеваторах, мукомольных, крупяных, комбикормовых и овощеперерабатывающих предприятиях.

Все элементы ленточного конвейера (рис. 2.13) монтируют на опорной станине 7, которая изготавливается из конструкционной стали углового или швеллерного профиля.

Если конвейер длинный, то его станину изготавливают из отдельных секций, соединяемых между собой болтами, заклепками или сваркой.

Конвейер имеет два барабана: приводной 1 и ведомый натяжной 5, на которые натягивается бесконечная лента 3. Под рабочей и холостой ветвями ленты для предупреждения ее прогибания устанавливают опорные ролики 2 и 4. Конвейер приводится в движение от электродвигателя 8 через редуктор 9 и ременную, цепную или зубчатую передачу 10.

Элемент ленточного конвейера, состоящий из приводного барабана 1, привода, включающего электродвигатель 8, редуктор 9 и передачу 10, а также опорной станины, называется *приводной станцией*, а элемент, состоящий из ведомого барабана 5 и натяжного устройства 6, — *натяжной станцией*. Как правило, натяжную станцию устанавливают в конце конвейера, где снимают груз.

В качестве несущего и тягового органа ленточного конвейера используют хлопчатобумажные, прорезиненные, резиновые или металлические ленты.

Лента конвейера должна обладать малой гигроскопичностью; иметь высокую гибкость, прочность, износостойчивость и малое удлинение.

Ленты выбирают в зависимости от рода перемещаемого груза, температуры и влажности среды. Так, хлопчатобумажные ленты применяют для транспортирования грузов в сухих средах, где температура воздуха не превышает 45 °C; прорезиненные ленты — в среде с повышенными температурой и влажностью; металлические ленты — при перемещении грузов в горячих средах с температурой до 300 °C.

Ширина конвейерной ленты должна быть на 50...100 мм больше ширины перемещаемого груза.

Скорость движения ленты транспортера зависит от физико-химических свойств перемещаемого груза и условий работы; для овощей и корнеклубнеплодов ее принимают равной 0,3...0,4 м/с; для муки и отрубей — 1,0...2,0; для зерна — 1,5...3,0 м/с.

Приводные барабаны для центрирования ленты выполняют слегка выпуклыми, а для увеличения сцепления между лентой и

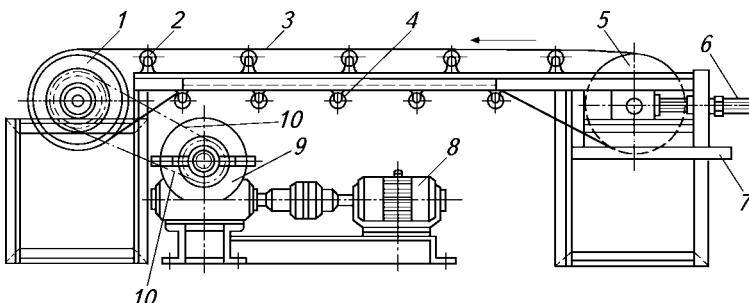


Рис. 2.13. Конвейер ленточный:

1 — приводной барабан; 2, 4 — опорные ролики; 3 — бесконечная лента; 5 — натяжной барабан; 6 — устройство натяжное; 7 — станина опорная; 8 — электродвигатель; 9 — редуктор; 10 — передача (зубчатая, ременная или цепная)

приводным барабаном его поверхность покрывают фрикционными полимерными материалами.

Для нормальной передачи движения от электродвигателя через приводной барабан конвейерная лента должна быть постоянно натянута. Для ее натяжения применяют грузовые и винтовые натяжные станции. В первом случае вал с натяжным барабаном перемещается под действием силы тяжести грузов, а во втором — винтов.

Трасса транспортирования грузов при помощи ленточных конвейеров может быть прямолинейной и криволинейной. Для обслуживания криволинейных трасс применяют специальные секции транспортеров.

Загружают ленточные транспортеры непосредственно с другого транспортера-питателя или из бункера; разгружают обычно с концевого барабана сбрасыванием груза через приемные лотки или течки при огибании барабана лентой.

В некоторых случаях для разгрузки конвейера в промежуточной его части используют одно- и двусторонние плужковые сбрасыватели или передвижные разгрузочные тележки с ручным приводом и с приводом от электродвигателя, установленного на самой тележке.

Схемы некоторых наиболее распространенных ленточных конвейеров приведены на рис. 2.14.

Для расчета производительности ленточных конвейеров (кг/ч) можно пользоваться формулой

$$Q = 3600 F v \gamma,$$

где F — поперечное сечение слоя продукта на ленте во время ее движения, м^2 ; v — скорость движения ленты, $\text{м}/\text{с}$; γ — объемная масса перемещаемого продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Скребковые транспортеры предназначены для транспортирования сыпучих материалов: зерна, муки, удобрений, угля, отходов и других продуктов на значительные расстояния. Длина скребковых транспортеров составляет, как правило, более 25 м, а производительность 800...1000 т/ч.

Тяговый орган скребкового транспортера — цепь (одна-две) или лента, а рабочий орган — скребки из листовой стали прямоугольной или трапецидальной формы, которые прикреплены к тяговому органу на одинаковом расстоянии друг от друга. Продукт, подаваемый в желоб в одном или нескольких местах, перемещается по нему при помощи скребков и удаляется через отверстия в днище.

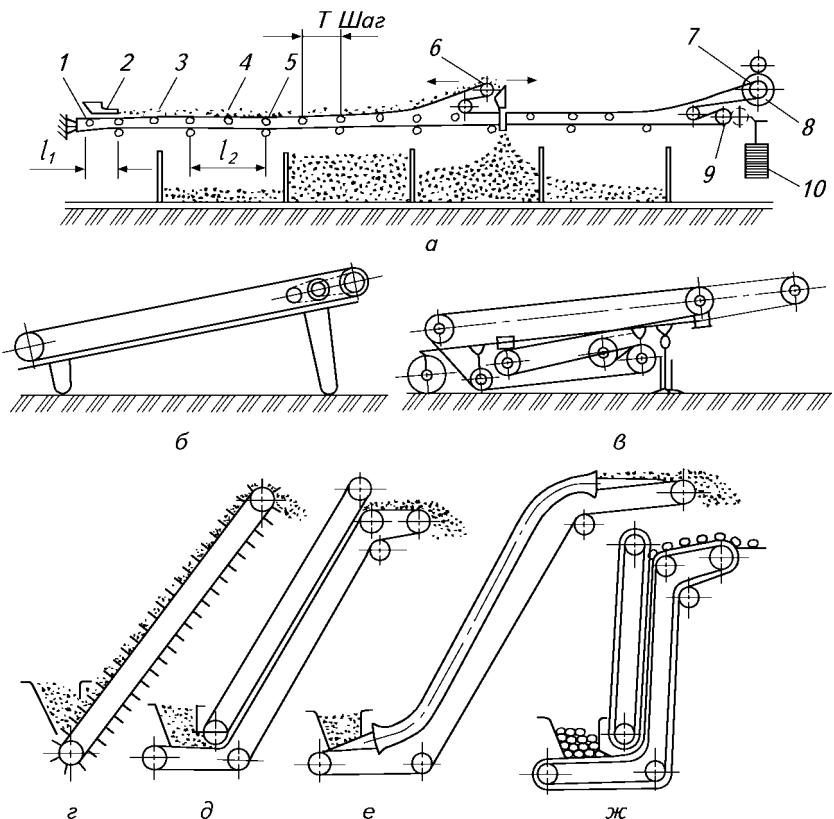


Рис. 2.14. Схемы ленточных транспортеров:

a — стационарный; 1 — поворотный барабан; 2 — загрузочное устройство; 3 — лента; 4, 5 — роликовые опоры; 6 — разгрузочное устройство; 7 — приводной барабан; 8 — приводной механизм; 9 — натяжной механизм; 10 — груз; *б* — передвижной; *в* — передвижной с выносной консолью; *г* — с планками; *д* — двухленточный; *е* — ленточно-трубчатый; *ж* — смягкими лентами

Двухцепной скребковый конвейер (рис. 2.15) работает следующим образом. Цепь 3 с прикрепленными к ней скребками 2 перемещается звездочкой 5. Натяжение цепей регулируется звездочкой 1. Скребки движутся в желобах 7, перемещая продукт одновременно в двух направлениях. Продукт поступает на конвейер через воронки 4 и 9, а разгружается через воронки 6 и 8. Все элементы скребкового конвейера смонтированы на сварной станине 10. Натяжение звездочки 1 — винтовое. Привод конвейера — от электродвигателя через редуктор.

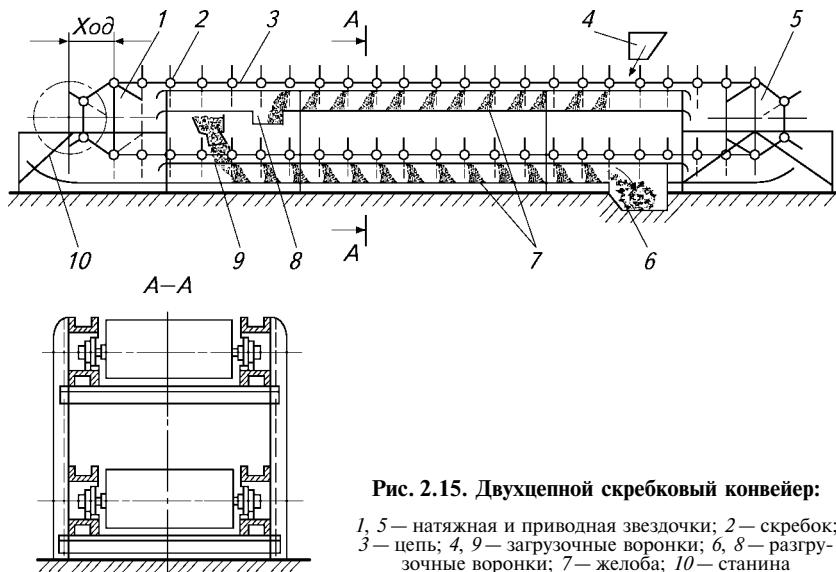


Рис. 2.15. Двухцепной скребковый конвейер:
1, 5 — натяжная и приводная звездочки; 2 — скребок;
3 — цепь; 4, 9 — загрузочные воронки; 6, 8 — разгруз-
очные воронки; 7 — желоба; 10 — станина

Преимущество скребковых транспортеров (конвейеров) состоит в том, что они позволяют перемещать продукт под значительно большим углом наклона (до 30°), чем ленточные. Кроме того, продукт можно разгружать в любом месте, а также транспортировать его одновременно верхней и нижней ветвями в разных направлениях. К недостаткам этих транспортеров относятся значительный расход электроэнергии, повышенный износ и шум, если они не правильно смонтированы и отрегулированы.

Производительность скребковых конвейеров, кг/ч,

$$G = 3600 B h \varphi \beta v \gamma,$$

где B — ширина скребка, м; h — высота скребка, м (рекомендуется принимать $B/h = 2\dots 4$); φ — коэффициент заполнения желоба; β — коэффициент, зависящий от угла наклона желоба (при изменении угла наклона желоба от 0 до 30° коэффициент изменяется от 1,0 до 0,5); v — скорость движения тягового органа, м/с; γ — объемная масса перемещаемого груза, кг/м³.

Применяют скребковые транспортеры и других конструкций, например, трубчатые скребковые (шайбовые) используют для транспортирования сыпучих материалов по сложным трассам с вертикальными и горизонтальными участками. Такой конвейер состоит из цепи или троса с шайбами, приводной и натяжной станций, поворотных устройств и системы труб.

Цепные конвейеры с погружными скребками предназначены для перемещения зерна и других сыпучих продуктов в горизонтальном направлении и под углом до 15° . Эти конвейеры по конструкции аналогичны скребковым, но цепи (как правило, две) вместе со скребками погружены в продукт, заполняющий все рабочее сечение короба. Таким образом, продукт перемещается не отдельными порциями, а сплошным потоком с некоторым отставанием. Схема устройства цепного конвейера с погружными скребками приведена на рис. 2.16.

Производительность конвейера с погружными скребками, кг/ч,

$$Q = 3600 Bhv\varphi\gamma,$$

где B — ширина короба, м; h — высота слоя транспортируемого продукта, $h = (0,4...0,8) B$, м; v — скорость движения ленты, м/с; φ — коэффициент, учитывающий заполнение рабочего сечения короба (для зерна $\varphi = 0,9$; для муки $\varphi = 0,8$); γ — объемная масса продукта, кг/м³.

Недостатки конвейеров этой конструкции: повышенный расход энергии, большая нагрузка на цепь, неполное опорожнение.

Достоинства этих конвейеров: малые габаритные размеры, не требуют аспирации, их легко загрузить и разгрузить в любом месте.

Винтовые транспортеры (конвейеры) предназначены для горизонтального и наклонного перемещения сыпучих материалов (рис. 2.17).

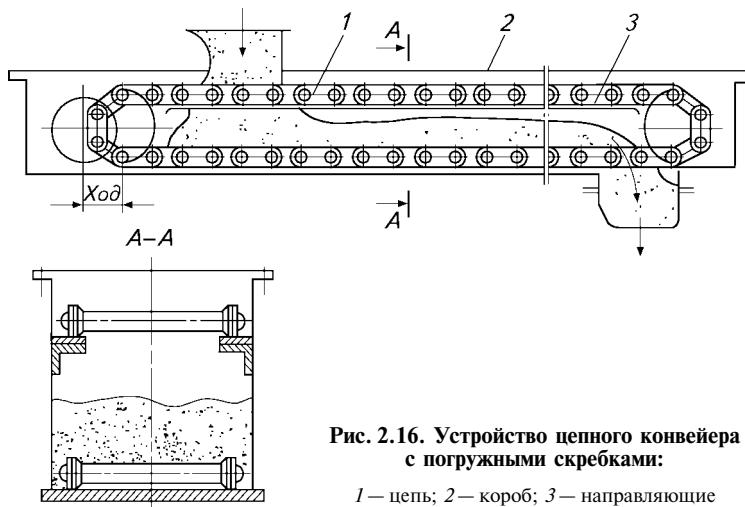


Рис. 2.16. Устройство цепного конвейера с погружными скребками:

1 — цепь; 2 — короб; 3 — направляющие

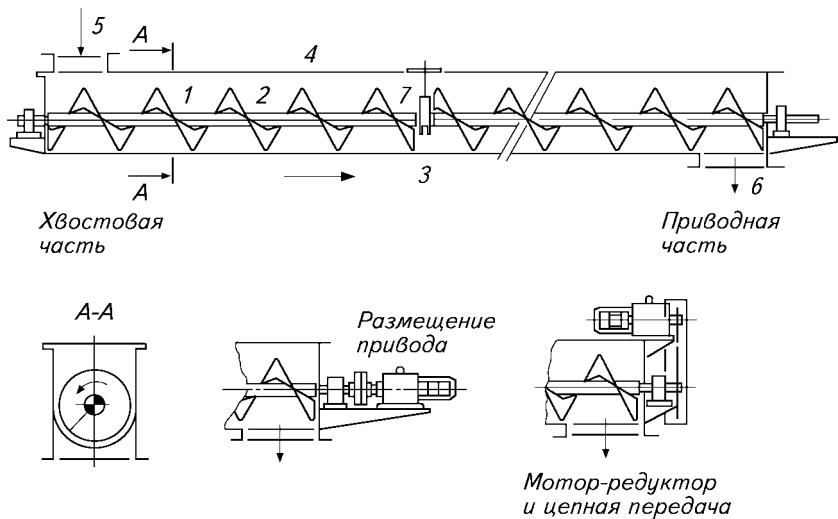


Рис. 2.17. Основные узлы винтового конвейера:

1 — цилиндрический вал; 2 — перья; 3 — желоб; 4 — крышка; 5 — загрузочный патрубок; 6 — разгрузочный люк; 7 — промежуточный подшипник

Они не имеют тягового органа. Винт, вращаясь в металлическом желобе 3, сообщает продукту поступательное движение. Он поступает в желоб 3 через загрузочный патрубок 5 и, продвигаясь вдоль оси конвейера, разгружается через разгрузочный люк 6. Цилиндрический вал 1, на котором насажены перья, образующие винт, вращается в концевых и промежуточном 7 подшипниках, устанавливаемых через 2...3 м.

Желоб состоит из отдельных двухметровых секций, которые соединены фланцами на болтах. Желоб очищают от продукта через люки, расположенные в днище через каждые 4 м. Винт собран из секций длиной по 2 м при помощи соединительных валиков. Винтовые поверхности шнека могут быть сплошными, спиральными и лопастными.

Достоинства винтовых конвейеров состоят в том, что они дешевле ленточных, скребковых и других конвейеров; компактны; не пылят; их можно легко загрузить в любом месте, поставив патрубок и задвижку. Однако винтовым конвейерам присущи недостатки: их длина ограничена; расход энергии на перемещение продукта больший, чем при использовании ленточных конвейеров; они требуют более квалифицированной эксплуатации, так

как часто забиваются наматывающимся на винт перемещаемым продуктом; их ремонт достаточно сложен.

Находят применение и другие виды транспортеров: роликовые, пластиначные, вибрационные, подвесные и др.

2.2.2. НОРИИ

Нория (элеватор) — транспортирующее оборудование, перемещающее штучные, кусковые и сыпучие грузы в вертикальном направлении. Тяговый орган нории — резино-тканевая плоская лента или втулочно-роликовая цепь, рабочий орган — ковши или специальные захваты. По конструкции нории могут быть ковшовыми и люлечными (с жестким или шарнирным креплением люлек).

Ковшовая нория (рис. 2.18) состоит из двух барабанов: верхнего приводного 1 и нижнего натяжного 6. Резино-тканевая лента 3, на которой болтами закреплены ковши 4, натягивается на барабаны. Верхний барабан приводится в движение электродвигателем через редуктор. Возникающее трение между приводным барабаном и лентой приводит ее в движение, а вместе с ней перемещаются и ковши с продуктом. Нижний барабан также вращается благодаря трению между ним и лентой. Путем натяжения ленты специальным натяжным устройством регулируют силу трения между лентой и барабаном.

Продукт загружают в приемные патрубки 7 и 8. Ковши поднимают его вверх, откуда он под действием силы тяжести и центробежной силы высыпается через разгрузочный патрубок 2 в самотечную трубу. Если продукт поступает через приемный патрубок 7 по ходу движения ленты, то ковши только зачерпывают его, а если через патрубок 8 против движения ленты, то кроме зачерпывания происходит досыпание продукта, при этом увеличивается коэффициент заполнения ковшей, поэтому на предприятиях продукт подают в основном через патрубок 8. Верхняя часть нории называется головкой, нижняя — баш-

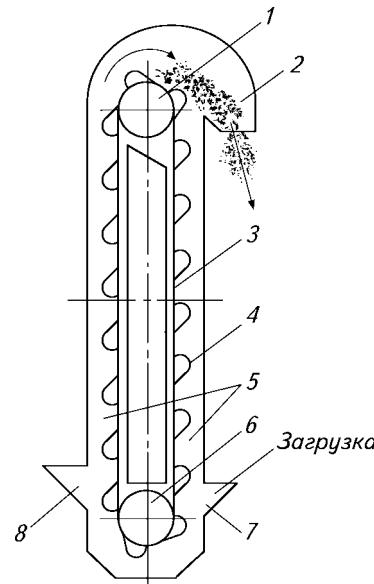
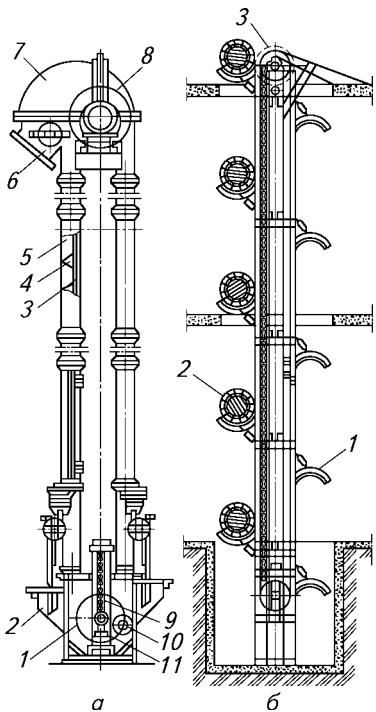


Рис. 2.18. Нория:

1, 6 — приводной и натяжной барабаны; 2 — разгрузочный патрубок; 3 — лента; 4 — ковши; 5 — трубы; 7, 8 — приемные патрубки

Рис. 2.19. Элеваторы (нории):



a — ковшовый: 1, 8 — шкив; 2 — башмак; 3 — лента; 4 — ковш; 5 — труба; 6 — клапан; 7 — верхняя головка; 9 — подшипник; 10 — отверстие; 11 — винтовое устройство; б — люлечный: 1 — захват; 2 — бочка; 3 — приводная звездочка

маком. Головка и башмак соединены вертикальными трубами 5, в которых движется лента с ковшами.

В зависимости от скорости движения ленты, способа разгрузки и в соответствии со стандартом ленточные ковшовые нории выпускают двух типов: I — с центробежно-гравитационной разгрузкой, II — с центробежной.

Для предприятий по хранению и переработке зерна машиностроительные заводы выпускают нории I и II типов разных конструкций.

Ковшовый элеватор (рис. 2.19, а) состоит из башмака 2, труб 5, верхней головки 7, ленты 3 и ковшей 4.

В верхней головке и башмаке размещены валы с надетыми на них шкивами 1 и 8, на которые натянута лента 3. В башмаке установлен крыльчатый питатель, приводимый в движение от вала башмака.

Продукт подают шнековым конвейером через отверстие 10. В верхней головке нории находится клапан 6, отбрасывающий часть продукта, которыйсыпается обратно в трубу элеватора. Натяжение ленты осуществляется перемещением вниз подшипников 9 и башмака 2 винтовым устройством 11.

На рис. 2.19, б изображен *цепной люлечный элеватор* с жестким креплением захватов 1. Конфигурация и конструкция захвата зависят от вида перемещаемых грузов, которые вместе с люлькой находятся в пространстве в одном и том же положении.

Для регулировки приводных и натяжных станций конвейеров необходимо, чтобы продольные оси барабанов и звездочек были перпендикулярны осям конвейера, а середина барабанов совпадала с этой осью.

Необходимо постоянно следить за исправностью роликовых опор, снабженных подшипниками и уплотняющими устройствами. Следует исключать попадание на конвейерную ленту масла, жиров, а также действия на нее атмосферных осадков и солнечных лучей.

Производительность норий (элеваторов) зависит от многих факторов: числа, вместимости и коэффициента заполнения ковшей, объемной массы перемещаемого продукта и скорости движения ленты.

2.2.3. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

Пневматический транспорт предназначен для перемещения сыпучих материалов по трубам при помощи движущегося потока воздуха. Процесс транспортирования герметизирован. Пневмотранспорт в настоящее время является одним из перспективных видов внутриводного транспорта. Он может полностью обеспечить комплексную механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ с сыпучими материалами. Движущей силой в работе любой системы пневматического транспортирования является разность давлений в начале и в конце трубопровода. В зависимости от назначения различают три основные системы пневматического транспортирования: всасывающую, нагнетающую и комбинированную — всасывающе-нагнетающую.

Во всасывающих установках (рис. 2.20, а) воздух отсасывается из системы воздуходувным агрегатом 6, в котором создается вакуум (разрежение). Вследствие этого атмосферный воздух устремляется в загрузочное устройство 1 и подхватывает продукт, перемещая его по материалопроводу 2 в отделитель 3, откуда он выводится через шлюзовой затвор 8. Воздух поступает в воздуховод 4, пройдя пылеотделитель 5, а затем выходит через глушитель 7 в атмосферу.

К достоинствам всасывающих установок относятся: простота конструкции, возможность забора продукта из нескольких точек и хорошие санитарно-гигиенические условия работы.

В нагнетающей системе продукт транспортируется при давлении выше атмосферного (рис. 2.20, б): наибольшее — в месте загрузки, наименьшее — в отделителе. Нагнетательные транспортеры служат для транспортирования материала на значительные расстояния.

К достоинству нагнетающих пневмоустановок можно отнести создание значительного давления, что позволяет применять их для транспортирования грузов потоками как низкой, так и высокой концентрации.

Недостатки заключаются в сложности конструкции загрузочных устройств и повышенных требованиях к герметичности пневмосистемы.

Всасывающе-нагнетающие установки (рис. 2.20, в) соединяют в себе положительные качества как всасывающих, так и нагнетающих установок.

Для надежной работы пневмотранспорта необходима определенная скорость движения воздуха в трубопроводе. Высокая ско-

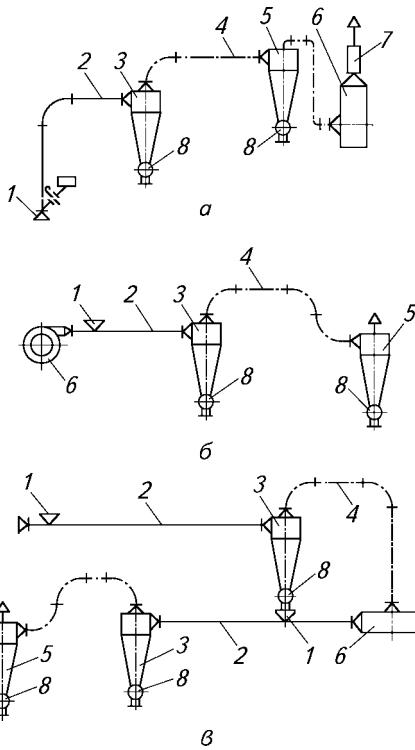


Рис. 2.20. Схемы простых пневмотранспортных установок:

a — всасывающей; *б* — нагнетающей; *в* — всасывающе-нагнетающей: 1 — загрузочное устройство; 2 — материалопровод; 3 — отделятель; 4 — воздуховод; 5 — пылеотделитель; 6 — воздуходувная машина; 7 — глушитель; 8 — шлюзовой затвор

рость приводит к большому расходу энергии, повреждению материала, повышенному износу трубопроводов. Низкая скорость может привести к завалу продукта в трубопроводе.

Скорость воздуха вертикально-восходящего потока, при которой частицы материала находятся в непрерывном пульсирующем движении или во взвешенном состоянии, называется *скоростью витания*.

<i>Материал</i>	<i>Скорость витания, м/с</i>
Пшеница	9,0...11,5
Рожь	8,5...10,0
Ячмень	8,5...11,0
Овес	8,0...9,0
Кукуруза	12,55...14,5
Горох	15,5...16,5
Мука	8,1

Скорость воздуха в трубопроводе зависит от скорости витания v и коэффициента массовой концентрации смеси μ , который определяется отношением массы материала к массе воздуха, проходящих по трубопроводу в единицу времени.

В производстве наиболее распространены скорости воздуха в пневмоустановках 15...30 м/с.

В процессе пневматического транспортирования по трубопроводам частицы сыпучих материалов соприкасаются друг с другом и подвергаются трению о стенки трубопровода, что вызывает явление электризации.

Электрический потенциал заряженных частиц и трубопроводов достигает больших значений, что делает пневматические установки взрыво- и пожароопасными. Взрывоопасная концентрация, например сахара-песка, составляет 20...100 г на 1 м³ воздуха.

Чтобы предотвратить возникновение высокого потенциала электрического разряда при пневматическом транспортировании, необходимо соблюдать следующие правила.

1. Металлические трубопроводы, а также все оборудование и механизмы, являющиеся источниками возникновения опасных потенциалов статического электричества, должны быть заземлены.

2. Все фланцевые соединения трубопроводов должны быть шунтированы гибкими перемычками; все смотровые вставки из органического стекла в трубопроводах и прорезиненные шланги должны быть шунтированы с внутренней и наружной стороны.

3. Автопоезда в момент разгрузки необходимо присоединять к общезаводской сети заземления.

4. Заземляющие устройства для защиты от статического электричества должны удовлетворять требованиям, которые изложены в Правилах устройства электроустановок.

2.2.4. САМОТЕЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для перемещения сыпучих и штучных грузов под действием силы тяжести (самотечный транспорт) применяют различное оборудование: спускные устройства, скаты, роликовые и винтовые спуски, а для сыпучих продуктов — желоба и трубы.

Спускные устройства — лотки и доски — используют для перемещения штучных грузов. В зависимости от назначения они могут работать в режимах движения груза как с ускорением, так и с замедлением. Для этого поверхности спусков делают циклоидальными, цилиндрическими, параболическими и плоскими. В конструкциях самотечных устройств необходимо предусматривать возможность регулирования углов наклона.

Скат — устройство, предназначенное для перемещения качеством грузов, имеющих форму тел вращения, например тележек с опорными катками.

Роликовые спуски — устройства, которые применяют в складах, цехах, ремонтных мастерских для перемещения корзин, тюков, ящиков, бидонов, бадей, узлов и деталей.

Винтовые устройства служат для транспортирования штучных грузов по вертикали. Угол подъема по спирали винтового спуска должен быть больше угла трения груза по поверхности спуска. Винтовой спуск представляет собой желоб, который навит в виде спирали вокруг стальной или деревянной колонны. Желоб изготавливают из деревянных, чугунных литых или стальных элементов.

2.3. ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Вентиляция — совокупность мероприятий и устройств, используемых при организации воздухообмена для обеспечения заданного состояния воздушной среды в помещениях и на рабочих местах в соответствии со СНиП (Строительными нормами и правилами).

Система вентиляции — это комплекс архитектурных, конструктивных и специальных инженерных решений, который при правильной эксплуатации обеспечивает необходимый воздухообмен в помещении. Системы вентиляции классифицируют по следующим признакам:

по способу перемещения воздуха — естественная или искусственная (механическая) система вентиляции;

назначению — приточная или вытяжная;

в зоне обслуживания — местная или общеобменная;

конструктивному исполнению — наборная или моноблочная.

Вентиляционная система — это инженерная конструкция определенного функционального назначения (приток, вытяжка, местный отсос и т. п.), которая представляет собой элемент системы вентиляции.

2.3.1. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Технологическая вентиляция обеспечивает в помещении заданный состав, температуру, влажность и подвижность воздуха в соответствии с требованиями технологического процесса. Эти требования особенно важны в хранилищах сельскохозяйственной продукции.

Существуют системы естественной и принудительной вентиляции помещений и материалов. При естественной вентиляции воздухообмен происходит благодаря разности давлений воздуха внут-

ри и вне помещения, обусловленной разностью температур, а также за счет ветра. Принудительная вентиляция (приточная, приточно-вытяжная, вытяжная) осуществляется при помощи вентиляторов и других технических средств, позволяющих перемещать воздух на значительные расстояния, а также при необходимости очищать и нагревать (охлаждать) его.

Естественная вентиляция бывает неорганизованной и организованной. При неорганизованной естественной вентиляции (инфилтрации) воздухообмен не регулируется. Он зависит от разности температур внутреннего и наружного воздуха, скорости ветра, размера щелей и материала помещений. При организованной естественной вентиляции (аэрации) воздухообмен в помещении происходит через вытяжные трубы и насадки, створки фрамуг и каналы, что позволяет регулировать потоки воздуха.

Принудительная вентиляция состоит из нескольких основных элементов (на примере приточной системы вентиляции).

1. Воздухозаборная решетка, через которую наружный воздух поступает в систему приточной вентиляции. Одновременно она предотвращает попадание капель дождя и снега, а также посторонних предметов внутрь помещения.

2. Воздушный клапан служит для предотвращения попадания в помещение наружного воздуха при выключенном системе вентиляции. Зимой без воздушного клапана в помещение будут бесконтрольно проникать холодный воздух и снег. Как правило, в приточных системах вентиляции устанавливают воздушные клапаны с электроприводом, что позволяет полностью автоматизировать управление системой: при включении системы клапан открывается, при выключении — закрывается.

3. Фильтр необходим для защиты как самой системы вентиляции, так и вентилируемых помещений от пыли, пуха, насекомых.

4. Калорифер (воздухонагреватель) подогревает воздух, который подается с улицы в систему вентиляции в зимнее время. Для снижения затрат на подогрев холодного воздуха в системе вентиляции используется рекуператор — устройство, в котором холодный приточный воздух нагревается благодаря теплообмену с удаленным воздухом (воздушные потоки при этом не смешиваются).

5. Шумоглушитель предотвращает распространение шума по воздуховодам системы вентиляции. Основной источник шума при работе вентилятора — турбулентные завихрения воздуха на его лопастях (аэродинамические шумы).

6. Вентилятор служит для подачи свежего воздуха в помещение и создания необходимого давления воздушного потока в вентиляционной системе. По принципу действия и устройству вентиляторы подразделяют на осевые, центробежные (рис. 2.21) и диаметральные.

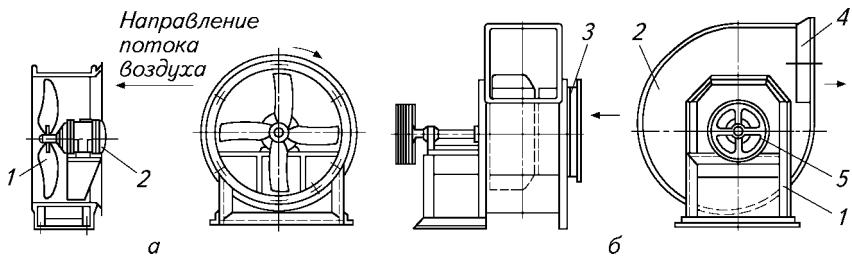


Рис. 2.21. Вентиляторы:

a — осевой типа ЦАГИ: 1 — лопастное колесо; 2 — электродвигатель; *б* — центробежный: 1 — станина; 2 — улитка; 3 — всасывающий растрub; 4 — выходной раstrub; 5 — приводной шкив

Осевой вентилятор представляет собой расположенное в цилиндрическом кожухе (обечайки) колесо из консольных лопастей, закрепленных на втулке под углом к плоскости вращения. Рабочее колесо чаще насаживается непосредственно на ось электродвигателя. При вращении колеса воздух захватывается лопастями и перемещается в осевом направлении. При этом воздух в радиальном направлении практически не перемещается. На входе в вентилятор устанавливают коллектор (спрямляющий аппарат), значительно улучшающий аэродинамические характеристики вентилятора.

Осевые вентиляторы характеризуются высоким КПД по сравнению с радиальными и диаметральными. Расход и напор регулируются поворотом лопаток. Такие вентиляторы, как правило, применяют для подачи значительных объемов воздуха при малых аэродинамических сопротивлениях сети.

Радиальные (центробежные) вентиляторы представляют собой расположенное в спиральном кожухе лопаточное (рабочее) колесо, при вращении которого воздух, попадающий в каналы между его лопатками, двигается в радиальном направлении по периферии колеса и сжимается. Под действием центробежной силы он отбрасывается в спиральный кожух и далее направляется в нагнетательное отверстие.

Рабочее колесо — основной элемент радиального вентилятора — представляет собой пустотелый цилиндр, в котором по всей боковой поверхности параллельно оси вращения установлены на одинаковых расстояниях лопатки. Последние скреплены по окружности при помощи переднего и заднего дисков, в центре которых находится ступица для насаживания рабочего колеса на вал. В зависимости от назначения вентилятора лопатки рабочего колеса изготавливают загнутыми вперед или назад. Число лопаток бывает различным в зависимости от назначения и типа вентилятора.

Применение радиальных вентиляторов с лопатками, загнутыми назад, дает экономию электроэнергии до 20 %, кроме того, они легко переносят перегрузки по расходу воздуха.

Диаметральные (тангенциальные) вентиляторы состоят из рабочего колеса барабанного типа с загнутыми вперед лопатками и корпуса, имеющего патрубок на входе и диффузор на выходе. Работа диаметральных вентиляторов основана на двукратном попечерном прохождении потока воздуха через рабочее колесо.

Диаметральные вентиляторы характеризуются более высокими аэродинамическими параметрами по сравнению с другими типами вентиляторов, в частности, они создают плоский равномерный поток воздуха большой ширины; удобством компоновки, позволяющей осуществлять поворот потока в широких пределах; компактностью, позволяющей существенно сокращать объем, занимаемый вентиляционной установкой.

КПД таких вентиляторов может достигать 0,7. Благодаря этим качествам диаметральные вентиляторы нашли широкое применение в различных агрегатированных установках вентиляции и кондиционирования воздуха (внутренних блоках сплит-систем, воздушных завесах и т. д.).

При установке вентилятора в вентиляционную сеть рекомендуется предусматривать прямые участки стабилизации воздушного потока с обеих сторон от него для уменьшения аэродинамических потерь, связанных с турбулизацией потока. Минимальные длины стабилизирующих участков составляют 1,5 диаметра колеса вентилятора на всасывании и 3 диаметра — на нагнетании. У всех вентиляторов генерация шума возрастает с увеличением окружной скорости вращения колеса, в связи с этим при одной и той же частоте вращения больший шум исходит от вентиляторов больших размеров. Кроме того, шум вентилятора усиливается при снижении КПД. Снижение шума самого вентилятора возможно при уменьшении скорости вращения рабочего колеса, повышении КПД, улучшении аэродинамических характеристик подводящих и отводящих воздуховодов. Для уменьшения шума в сети воздуховодов устанавливают шумоглушители, возможны облицовка корпусов вентиляторов звукоизоляционными материалами, установка вентилятора в специальном звукоизоляционном корпусе.

В вентиляционных системах находят применение *вентиляторные установки* (рис. 2.22), в которых вентилятор встраивается вместе с электродвигателем в специальный корпус.

7. Воздуховоды, которые должны быть герметичны, предназначены для направленного транспортирования (перемещения) запыленного воздуха и нагнетания его в систему аспирации. Они состоят из собственно воздуховодов, тройников, поворотов, переходников. Внутреннюю поверхность воздуховодов делают без выс-

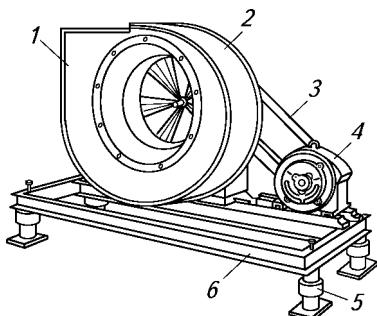


Рис. 2.22. Общий вид вентиляторной установки на виброизолирующем основании:

1 — выходной патрубок вентилятора;
2 — корпус вентилятора; 3 — ограждение передачи;
4 — электродвигатель;
5 — виброамортизаторы; 6 — рама

тупов и шероховатостей, чтобы уменьшить сопротивление движению воздуха. Основными характеристиками воздуховодов являются: площадь сечения, форма и жесткость. Скорость потока воздуха не должна превышать определенного значения, иначе будут возникать шумы, поэтому размер воздуховодов подбирают, исходя из расчетного значения воздухообмена в системе вентиляции и максимально допустимой скорости воздуха.

8. Распределители воздуха, через которые он из системы вентиляции попадает в помещение. В этом качестве используют решетки или диффузоры. Воздухораспределители служат для равномерного рассеивания воздушного потока по помещению, а также для регулирования воздушного потока, направляемого в каждое помещение.

9. Система управления вентиляцией в простейшем случае состоит только из выключателя, позволяющего включать и выключать вентилятор. Чаще всего в системе вентиляции используют систему управления с элементами автоматики, которая включает калорифер при понижении температуры приточного воздуха, следит за чистотой фильтра, управляет воздушным клапаном и т. д. В качестве элементов системы управления системой вентиляции используют терmostаты, гигростаты, манометры и другие приборы.

К вентиляционным технологическим системам относятся такие, которые обеспечивают пневмотранспорт сыпучих и легковесных материалов (мука, сахар и т. п.) или удаляют производственную пыль от пылящего оборудования (места пересыпки сыпучих материалов, конвейеры сыпучих материалов и т. п.). Эти системы называются *аспирационными*.

В состав аспирационных систем кроме общего вентиляционного оборудования входят несколько важных конструктивных элементов.

Отсасывающие патрубки предназначены для локального отсоса пыли и газовых смесей.

Пылеуловители предназначены для очистки воздуха, выбрасы-

ваемого аспирационными системами. К основным способам очистки воздуха относятся: осаждение пыли под действием силы тяжести (гравитационные пылеуловители, осадочные камеры, аспирационные сборники), отделение пыли под действием сил инерции (центробежные пылеуловители-циклоны), отделение пыли при помощи фильтров (матерчатые, гравийные или щебеночные), отделение пыли под влиянием сил сцепления, улавливание пыли при помощи электричества.

Осадочные камеры предназначены для грубой предварительной очистки воздуха от крупной дисперсионной пыли, что способствует уменьшению нагрузки на пылеуловители и снижению концентрации пыли в воздуховодах аспирационной системы.

Аспирационные сборники предназначены для вывода осевшей пыли из них при помощи шнека. Сборник представляет собой воздуховод большого диаметра, который определяют из расчета требуемого количества воздуха, проходящего через него со скоростью 2,0...2,5 м/с. Аспирационные сборники применяют для предварительной очистки воздуха от пыли и устанавливают перед всасывающими фильтрами.

Циклоны (центробежные пылеуловители) предназначены для вывода пыли из системы. Их работа основана на сообщении воздушному потоку вращательного движения и, следовательно, на использовании центробежных и гравитационных сил.

Установки активного вентилирования предназначены для обработки продукта и поддержания на требуемом уровне его температуры и влажности. Чаще всего активное вентилирование применяют для охлаждения и снижения влажности продукта. К вентилированию приступают тогда, когда в нем есть целесообразность (например, нарушены режимы хранения). При этом важно определить необходимую подачу (объем) воздуха и продолжительность процесса продувания. Наконец, после завершения важно знать, как долго можно хранить продукцию без порчи и потерь.

Для определения влажности воздуха применяют различные приборы и приспособления. К числу наиболее распространенных приборов относятся психрометры Августа и Асмана, а также гигрометры, гигрографы и т. д. В хранилищах наибольшее распространение получили психрометры.

На рис. 2.23 приведена схема установки для охлаждения зерна в силое элеваторов. Установки активного вентилирования используют для искусственного охлаждения продукта, в данном примере зерна, что способствует сохранности его исходного качества, снижает интенсивность дыхания и сокращает потери сухого вещества, тормозит и прекращает развитие микрофлоры и вредителей хлебных запасов.

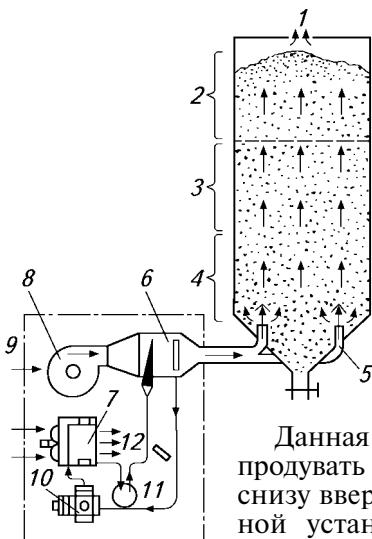


Рис. 2.23. Принципиальная схема установки для охлаждения зерна в силое элеваторов (по С. П. Пункову и др.):

1 — выход теплого отработанного воздуха; 2 — зона неохлажденного зерна; 3 — зона охлаждения; 4 — зона охлажденного зерна; 5 — поступление холодного воздуха; 6 — охладитель воздуха (испаритель); 7 — конденсатор; 8 — вентилятор; 9 — всасывание атмосферного воздуха; 10 — компрессор; 11 — сборник; 12 — теплый отработанный воздух

Данная установка позволяет вертикально продувать охлажденным воздухом толщу зерна снизу вверх. Охлажденный воздух от холодильной установки поступает в зерновую массу

снизу, а отработанный удаляется через верхний загрузочный люк силоса.

Прежде чем начать вентилирование, необходимо убедиться в его целесообразности при данных метеорологических условиях и состоянии продукта. Устанавливают режимы вентилирования в зависимости от температуры и влажности продукта, а также от параметров вентилируемого воздуха.

К числу наиболее простых и удобных методов определения режимов вентилирования относится номограмма, разработанная во ВНИИЗе (рис. 2.24). Она состоит из пяти шкал с делениями: на первой шкале нанесена температура по сухому термометру, на второй — температура по смоченному термометру, на третьей — абсолютная влажность воздуха, на четвертой — температура продукта (зерна), на пятой — равновесная влажность. Рассмотрим методику работы по номограмме на примере.

Пример. Влажность зерна пшеницы 16 %, температура 20 °C; температура воздуха по сухому термометру 5,5 °C, по смоченному 4 °C. Определить необходимость вентилирования зерновой массы.

Задачу решаем по номограмме. Линейкой соединяем точку 5,5 °C на шкале 1 с точкой 4 °C на шкале 2. Шкала 3 пересекается линейкой в точке 5,25, что и является абсолютной влажностью воздуха. Затем соединяем точку 5,25 °C на шкале 4 с температурой зерна 20 °C на шкале 4. Продолжаем прямую до пересечения со шкалой 5 и находим равновесную влажность зерна. В данном случае эта влажность равна 9,6 %. Поскольку фактическая влажность зерна 16 %, вентилирование его необходимо (возможно). При этом зерно будет охлаждено и влажность его снизится.

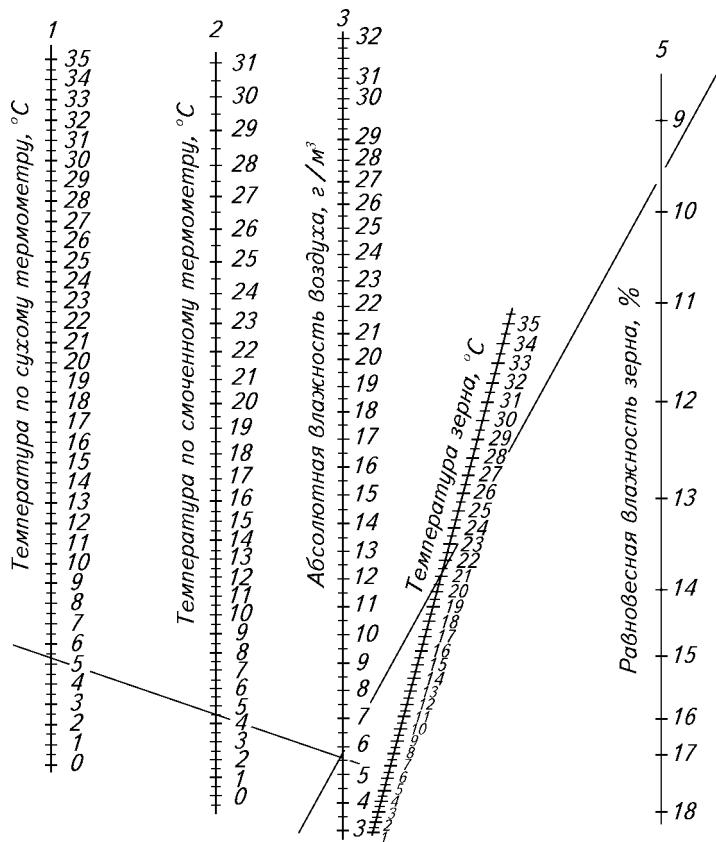


Рис. 2.24. Номограмма для определения необходимости вентилирования зерна (при температуре воздуха выше 0°C)

Необходимость вентилирования следует проверять через каждые 6 ч, а при изменчивой погоде — через каждые 3 ч.

Продуваемый через слой зерна холодный воздух до тех пор отбирает теплоту у зерновой массы, пока не исчезнет разность температур между продуктом (зерном) и воздухом.

Охлаждение вентилируемой насыпи происходит по зонам. Потребное для охлаждения массы зерна количество воздуха определяют с учетом удельной теплоемкости зерна и воздуха, так как она показывает, сколько требуется теплоты для повышения или понижения температуры единицы массы зерна на один градус.

2.3.2. КОНДИЦИОНЕРЫ

Оборудование, предназначенное для обеспечения основных нормируемых параметров в помещениях (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха), относится к вентиляционным системам кондиционирования воздуха. Кондиционер предназначен для фильтрации и тепловлажностной обработки воздуха.

Система кондиционирования работает следующим образом. Наружный воздух через воздухозаборное устройство 1 (рис. 2.25) и приемный клапан 2 всасывается вентилятором 5, проходя через фильтр 3, очищается от атмосферной пыли и поступает в устройство для термовлажностной обработки 4. После обработки охлажденный и осушенный воздух по приточному воздуховоду 6 нагнетается в помещение 7. Далее вытяжным вентилятором 9 он удаляется наружу либо частично возвращается по рециркуляционному воздуховоду 10 в помещение.

На рис. 2.26 представлен общий вид кондиционера, состоящего из типовых секций.

Секции оросительных камер предназначены для тепломассообмена воздуха с водой. В них происходит частичная очистка воздуха от пыли и повышение влажности воздуха.

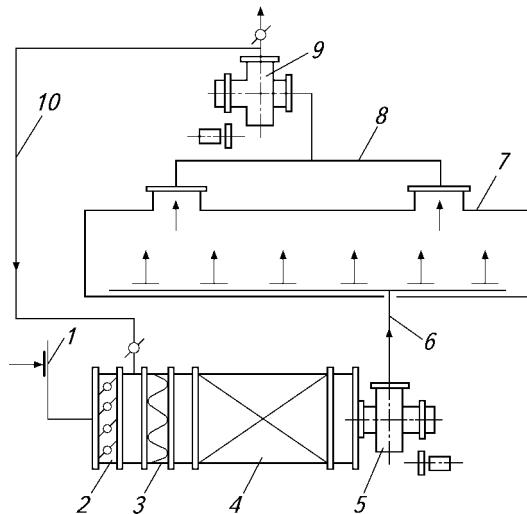


Рис. 2.25. Принципиальная схема системы кондиционирования воздуха:

1 — воздухозаборное устройство; 2 — приемный клапан; 3 — фильтр для воздуха; 4 — устройство тепловлажностной обработки воздуха; 5 — вентилятор; 6 — приточный воздуховод; 7 — кондиционируемое помещение; 8 — вытяжной воздуховод; 9 — вытяжной вентилятор; 10 — рециркуляционный воздуховод

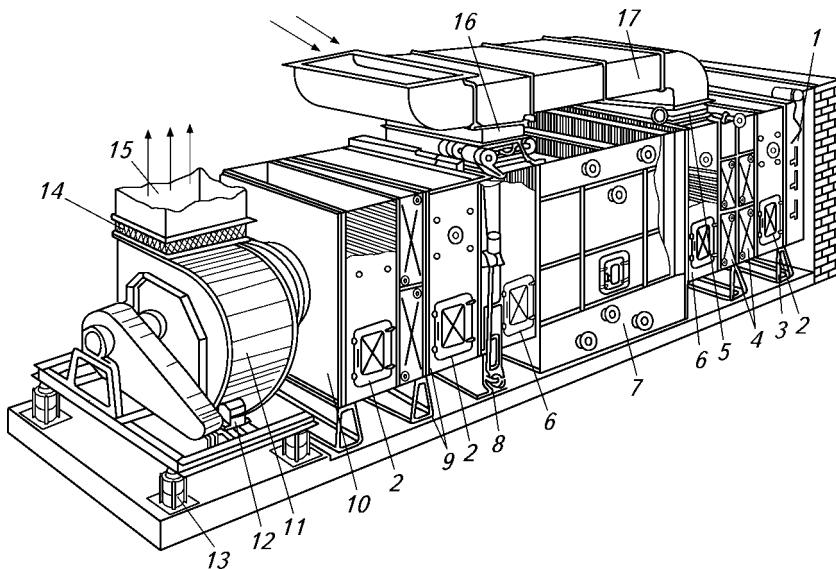


Рис. 2.26. Общий вид центрального кондиционера, состоящего из типовых секций:

1 — приемный клапан; 2 — секция обслуживания; 3 — подставка; 4 — секция калориферов первого подогрева; 5 — проходной клапан; 6 — смесительная секция; 7 — камера орошения; 8 — секция масляных фильтров; 9 — секция калориферов второго подогрева; 10 — переходная секция к вентилятору; 11 — вентиляторная установка; 12 — электродвигатель; 13 — вибромортизы; 14 — гибкая вставка; 15 — воздуховод приточного воздуха; 16 — воздуховод второй рециркуляции воздуха; 17 — воздуховод первой рециркуляции

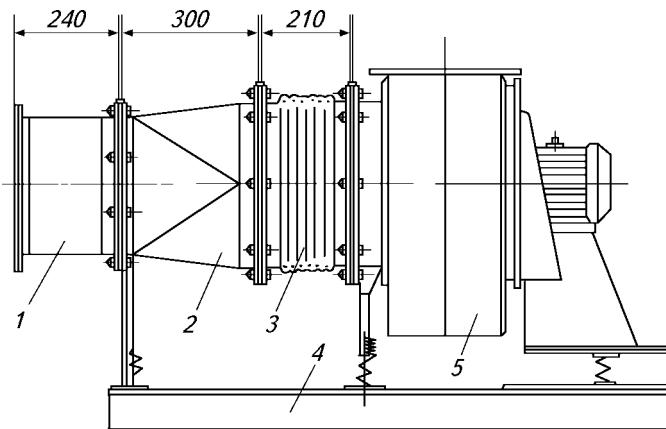


Рис. 2.27. Электрокалориферная установка:

1 — электрокалорифер; 2 — переходной патрубок; 3 — мягкая вставка; 4 — рама; 5 — вентилятор

Секции подогрева воздуха предназначены для сушки воздуха, при этом температура и влажность воздуха изменяются. Теплоносителем может быть вода температурой до 150 °C, а также насыщенный или перегретый пар давлением до 588,6 кПа.

В качестве устройств нагрева приточного воздуха получили распространение электрокалориферы (рис. 2.27), которые при малых габаритах обладают большой площадью поверхности нагрева и высокой производительностью.

Кондиционеры могут работать с использованием наружного воздуха либо на смеси наружного и рециркуляционного воздуха.

2.3.3. ОСНОВЫ РАСЧЕТА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

При выборе оборудования для систем вентиляции в первую очередь необходимо рассчитать следующие параметры: производительность по воздуху, м³/ч; рабочее давление потока воздуха в воздуховодах, Па; скорость потока воздуха в воздуховодах, м/с; допустимый уровень шума, дБ; мощность калорифера (если предусмотрено проектом), кВт.

Расчет производительности по воздуху для обеспечения в данном помещении санитарно-гигиенических норм ведут по избыткам явной или полной теплоты, массе выделяющихся вредных веществ, избыткам влаги (водяного пара), нормируемой кратности воздухообмена и нормируемому удельному расходу приточного воздуха, причем отдельно для теплого и холодного периода года.

Для расчета необходимо знать объем помещения, количество продукции на хранении в этом помещении, удельную подачу воздуха для этой продукции (берут по справочникам). Затем рассчитывают кратность воздухообмена, которая показывает, сколько раз в течение одного часа должна быть произведена полная смена воздуха в хранилище. Требуемая кратность воздухообмена зависит от назначения помещения, мощности тепло- и влаговыделений и режимов хранения продукции, находящейся в этом помещении. Таким образом, производительность по воздуху определяют умножением количества перемещаемого воздуха на кратность воздухообмена.

После расчета производительности по воздуху приступают к проектированию воздухораспределительной сети (воздуховоды, переходники, разветвители, повороты, распределители), начиная с составления схемы воздуховодов. По этой схеме рассчитывают три взаимосвязанных параметра — *рабочее давление, скорость потока и уровень шума*.

Требуемое *рабочее давление* определяется мощностью вентилятора. Его рассчитывают, исходя из диаметра и типа воздуховодов, числа поворотов и переходов с одного диаметра на другой, типа

распределителей воздуха. Чем длиннее трасса и чем больше на ней поворотов и переходов, тем больше должно быть давление, создаваемое вентилятором.

От диаметра воздуховода зависит *скорость потока* воздуха. При больших скоростях возрастают потери давления и увеличивается *уровень шума*. В то же время использовать «тихие» воздуховоды большого диаметра не всегда возможно, поэтому при проектировании систем вентиляции часто приходится искать компромисс между уровнем шума, требуемой мощностью вентилятора и диаметром воздуховодов.

Мощность калорифера рассчитывают, исходя из производительности системы вентиляции, требуемой температуры воздуха на выходе системы и минимальной температуры наружного воздуха.

2.4. ЗЕРНОСУШИЛКИ

2.4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ЗЕРНОСУШИЛОК

Зерносушилки классифицируют по способу передачи теплоты высушиваемому зерну (конвективный, конвективно-кондуктивный); состоянию слоя зерна, подвергаемого сушке (плотный неподвижный, плотный малоподвижный, плотный подвижный, падающий, кипящий); способу подачи (выпуска) просушенного зерна; схеме движения зерна и агента сушки.

Наибольшее распространение получили зерносушилки непрерывного действия (шахтные прямоточные, барабанные и рециркуляционные). Однако для сушки кукурузы в початках и семенного зерна некоторых культур применяют сушилки периодического действия: камерные, вентилируемые бункеры и прочие установки для активного вентилирования.

Зерносушилки должны обеспечивать требуемый и постоянный режим сушки, который зависит от температуры теплоносителя, толщины слоя зерна и скорости движения теплоносителя сквозь слой зерна.

Выбор температуры теплоносителя и нагрева зерна зависит от культуры и влажности зерна.

В хозяйствах используют зерносушилки непрерывного действия — передвижные и стационарные с принудительной подачей теплоносителя и механизированной загрузкой и выгрузкой зерна. К ним относятся барабанные и шахтные зерносушилки.

В барабанных зерносушилках зерно подается вдоль вращающегося барабана в потоке теплоносителя, температура которого для сушки продовольственного зерна составляет 180...200 °C, семян — 100...160 °C, зерно продовольственной пшеницы нагревают до 55 °C, семена — до 48 °C.

В шахтной зерносушилке зерно перемещается вниз под действием силы тяжести, а в противоток (навстречу) поступает теплоноситель. Температура теплоносителя для сушки продовольственного зерна 100...140 °C; зерно нагревают до 50 °C, семена — до 45 °C.

Зерно после сушки необходимо охладить до температуры, которая превышала бы температуру атмосферного воздуха не более чем на 10...15 °C.

Закладывать на хранение нагретое зерно нельзя, так как оно может испортиться или потерять товарные качества.

Влажность зерна за один пропуск через барабанную зерносушилку можно снизить с 25 до 17 %, а через шахтную — с 25 до 19 %.

2.4.2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ БАРАБАННЫХ И ШАХТНЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

Б а р а б а н н ы е з е р н о с у ш и л к и. Барабанные зерносушилки широко используют в сельском хозяйстве для сушки семенного и фуражного зерна любой исходной влажности и засоренности, а также в перерабатывающей промышленности для сушки свекловичного жома, зернокартофельной барды, кукурузных ростков и мезги, сахара-песка.

В этих сушилках сушка происходит при атмосферном давлении, а в качестве теплоносителя используют воздух или топочные газы.

Барабанская сушилка (рис. 2.28) представляет собой цилиндрический полый горизонтальный барабан 3, устанавливаемый под некоторым небольшим углом к горизонту. На барабан насаживают бандажи 4, каждый из которых катится по двум опорным роликам 10 и фиксируется упорными роликами.

Барабан приводится во вращение от электродвигателя при помощи установленного на нем зубчатого колеса 5. При работе частота вращения барабана не превышает 5...8 мин⁻¹.

Влажный материал подается в сушилку из бункера 2 под действием теплоносителя, движущегося внутри барабана от топки 1. Топочный блок, как правило, состоит из горелки, камеры сгорания, смесительной камеры, отражательного экрана и автоматической системы. В топочном блоке происходит сжигание жидкого топлива и образование теплоносителя (смесь топочных газов с воздухом).

Топливо подается в форсунку насосом из бака, установленного за пределами здания сушилки. Подачей топлива управляет автоматика, которая устанавливает и поддерживает температуру теплоносителя.

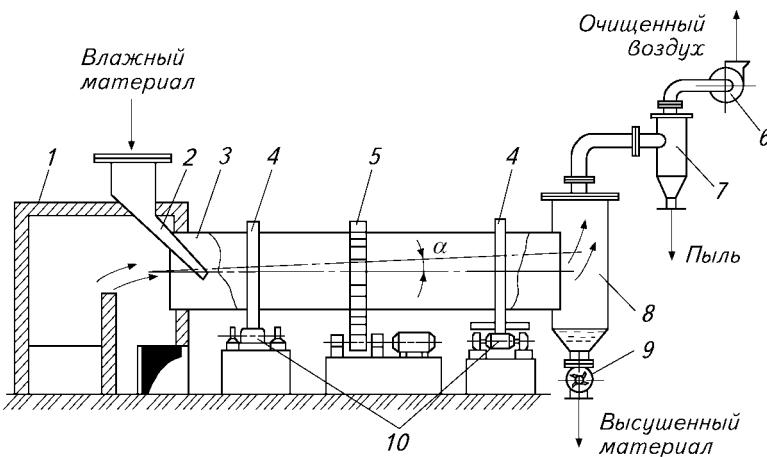


Рис. 2.28. Принципиальная схема барабанной зерносушилки:

1 — топка; 2 — бункер; 3 — барабан; 4 — бандажи; 5 — зубчатое колесо; 6 — вентилятор; 7 — циклон; 8 — приемный бункер; 9 — шлюзовой затвор; 10 — опорные ролики

Для улучшения контакта материала с сушильным агентом в барабане устанавливают внутреннюю насадку, которая при вращении барабана способствует перемещению материала и улучшает обтекание его сушильным агентом. Тип насадки выбирают в зависимости от свойств высушиваемого материала.

При вращении барабана высушиваемый материал пересыпается и движется к разгрузочному отверстию приемного бункера 8. Высушенный материал непрерывно выгружается шлюзовым затвором 9 и подается в охладительную колонку.

Теплоноситель, находясь внутри барабана, пронизывает высушиваемый материал и нагревает его, в результате чего влага из материала испаряется, поглощается теплоносителем, который, предварительно очищаясь в циклоне 7, удаляется из сушилки вентилятором 6.

В барабанных сушилках газы и материал могут двигаться прямотоком и противотоком. При прямотоке легче избежать перегрева материала, поскольку здесь горячие газы взаимодействуют с материалом, имеющим повышенную влажность.

Шахтные сушилки. Шахтная зерносушилка представляет собой одну или две вертикальные прямоугольные камеры, называемые шахтами, которые заполняются сверху просушиваемым материалом. Стенки шахт изготавливают из сборных железобетонных панелей или металла (стали). Сушильной камерой служит

верхняя часть шахты, где располагаются одна, две или более зон сушки. Нижняя часть шахты выполняет роль охладительной камеры. Как правило, над шахтами устанавливают бункера для создания определенного запаса зерна. По всей высоте шахт для подвода свежего и отвода отработавшего агента сушки устанавливают так называемые короба, образующие подводящие и отводящие каналы. Для лучшего перемешивания материала короба располагают в шахматном порядке. Под шахтами устанавливают разгрузочные механизмы, регулирующие выпуск зерна.

В практике находят применение шахтные сушилки разных конструкций. Рассмотрим работу шахтных сушилок на примере сушилок СЗШ. Это унифицированные сушилки, предназначенные для сушки зерна и семян, предварительно очищенных от сорной примеси. Сушилка СЗШ-8 двухсекционная, сушилка СЗШ-16 четырехсекционная.

Зерносушилка СЗШ-16 состоит из двух параллельно расположенных сушильных шахт 4 и 12 (рис. 2.29) с выпускными механизмами 15, двух выносных охладительных камер 8 и 9, цилиндрической топки 1, работающей на жидкое топливо, вентиляторов 5 и 13, норий 6, 7, 10, 11 воздуховода для агента сушки 2 и воздуховодов для отработавшего агента сушки 3 и 14 вентиляторов 5 и 13.

Рабочий процесс в шахтной сушилке СЗШ протекает следующим образом. Предварительно очищенный влажный материал непрерывно подается нориями в надсушильный бункер каждой шахты. Когда уровень зерна в бункере достигает верхнего датчика, система автоматики включает привод кареток разгрузочного устройства и зерно под действием силы тяжести перемещается вниз. В нижней части бункера расположен датчик, который подает сигнал системе автоматики на выключение привода кареток.

Таким образом, при установленвшемся режиме зерно медленно перемещается вниз между коробами. Теплоноситель (нагретый воздух) входит через окна в стенке шахты в подводящие короба, выходит из боковых граней, проходит сквозь слой материала, поступает в отводящие короба и выводится из сушильной камеры вентилятором. При этом теплоноситель, перемещаясь сквозь слой материала, нагревает его, испаряет влагу и уносит ее из сушилки. Высушенный материал выгружается в бункер, далее поступает в норию, которая загружает зерно в охладительные колонки. После того как зерно охладилось атмосферным воздухом, оно выгружается шлюзовым затвором в бункер и подается норией на последующую обработку. Режимы сушки материала регулируют, изменяя температуру теплоносителя и скорость движения зерна в шахте. Скорость движения зерна в шахте регулируют при помощи разгрузочного устройства.

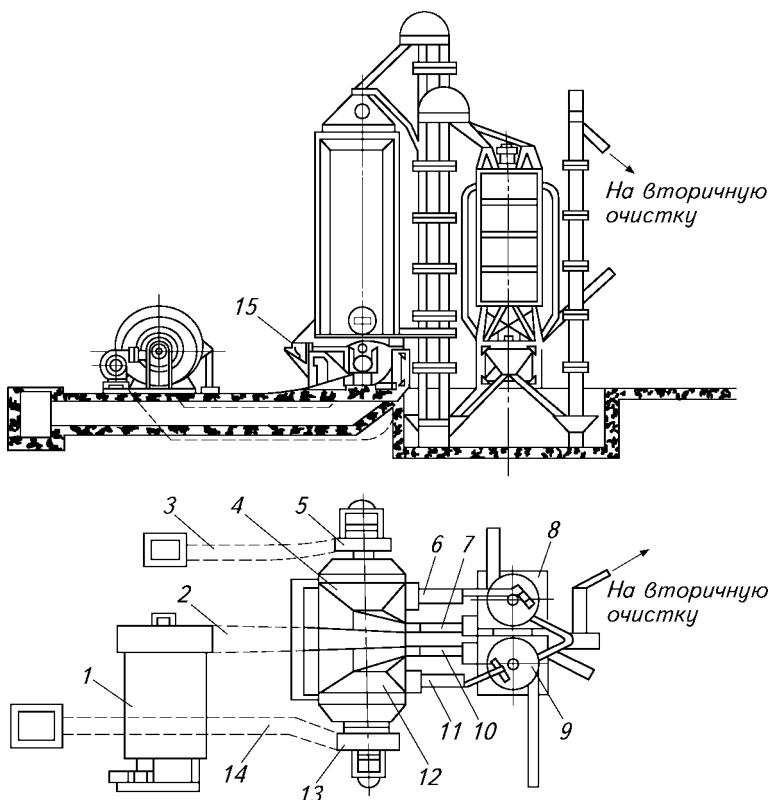


Рис. 2.29. Зерносушилка СЗШ-16:

1 — топка; 2 — воздуховод для агента сушки; 3, 14 — воздуховоды для отработавшего агента сушки; 4, 12 — шахты; 5, 13 — вентиляторы; 6, 7, 10, 11 — нории для подачи сырого зерна в шахты и сухого зерна в охладительные камеры; 8, 9 — охладительные камеры; 15 — выпускной механизм

Сушилку изготавливают из стали в заводских условиях и поставляют комплектно с нориями, вентиляторами, воздухопроводами и электродвигателями. На месте сушилку монтируют и выкладывают кирпичную топку в металлическом каркасе.

2.4.3. ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ

Теплогенераторы находят применение при использовании в качестве агента сушки чистого подогретого воздуха. В них наряду с традиционными горючими материалами могут сжигаться и ма-

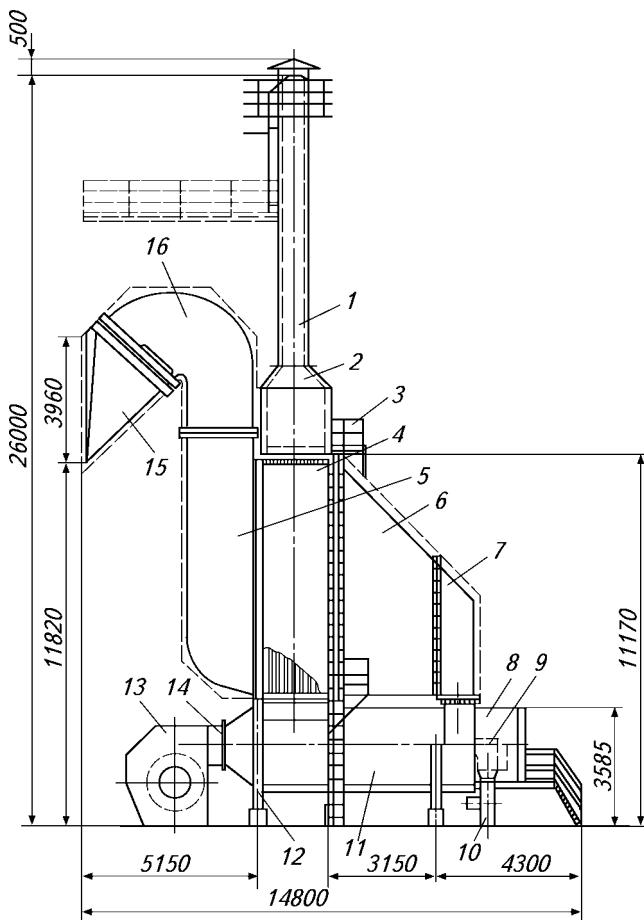


Рис. 2.30. Теплогенератор:

1 — дымовая труба; 2 — помещение для очистки труб теплообменника; 3 — платформа для обслуживания; 4 — теплообменник; 5 — сборник нагретого воздуха; 6 — диффузор; 7 — канал для распределения воздуха; 8 — кожух топки; 9 — форсунка; 10, 13 — вентиляторы высокого и среднего давления; 11 — камера сгорания; 12 — основание; 14 — регулятор расхода воздуха; 15 — соединительный патрубок; 16 — соединительное колено

лоценные виды топлива, например мазут. На рис. 2.30 представлена схема теплогенератора, особенность которого заключается в наличии в нем теплообменника, служащего для подогрева чистого атмосферного воздуха. Отработавшие топочные газы после теплообменника выбрасываются наружу через дымовую трубу.

2.4.4. РАЗГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Разгрузочные устройства необходимы для регулирования скорости движения зерна в шахтах. Наибольшее распространение получили разгрузочные устройства непрерывного и периодического действия, а также комбинированные, сочетающие непрерывный и периодический способы выгрузки. В разгрузочном непрерывно действующем устройстве подвижная рама (рис. 2.31) опирается на ролики и приводится в возвратно-поступательное движение от эксцентрикового механизма через тяги.

Количество зерна, выпускаемого из шахты за один ход каретки, зависит от расстояния между лотками и полками каретки, величины хода и числа ходов каретки. Чем выше подняты лотки и чем больше амплитуда и число колебаний каретки, тем больше зерна выгружается из шахты и скорость его выше.

Изменяя расстояние между лотками, уменьшают или увеличивают производительность сушилки.

Число колебаний и амплитуду каретки регулируют, изменяя эксцентрикитет и частоту вращения вала эксцентрикового механизма. Разгрузочное устройство этого типа требует периодической очистки от крупных соломистых примесей, которые накапливаются между лотками и полками каретки.

В разгрузочном периодически действующем устройстве на верхней раме установлены скаты 4 (см. рис. 2.31) в виде трехгранных призм, между которыми поперек шахты расположены отверстия для разгрузки зерна. Число отверстий равно числу коробов в одном ряду шахты. На нижней подвижной раме 2 под разгрузочными отверстиями закреплены поперечные полки. Ширина полок должна быть такой, чтобы в закрытом положении зерно с них не ссыпалось. Подвижная рама 2 приводится в движение от электропривода периодического действия через тяги 5, 7 и коленчатый

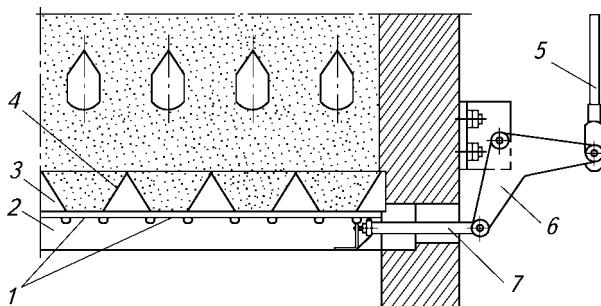


Рис. 2.31. Разгрузочное выпускное устройство периодического действия типа ВТИ:
1 — горизонтальная полка; 2, 3 — подвижная и неподвижная рамы; 4 — скат (рассекатель);
5, 7 — тяги; 6 — коленчатый вал

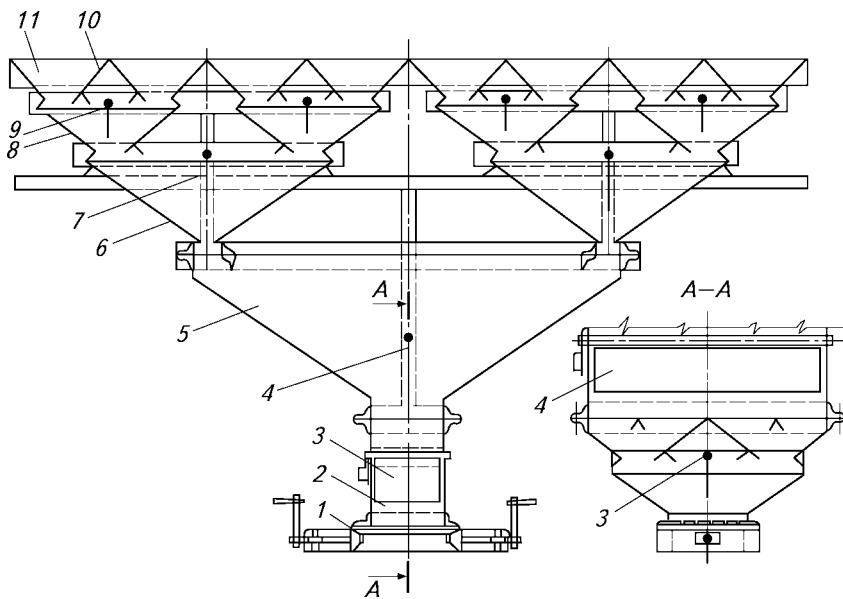


Рис. 2.32. Бесприводное разгрузочное устройство:

1 — задвижка; 2 — нижний бункер; 3, 4, 7, 9 — клапаны; 5 — средний бункер; 6, 8, 10 — рассекатели; 11 — верхний бункер

вал 6. Если затвор открыть, то подвижная рама перемещается в крайнее правое положение и разгрузочные отверстия полностью открываются. Когда рама возвращается в прежнее положение, выпуск зерна прекращается.

Комбинированное разгрузочное устройство сочетает в себе непрерывный и периодический способы разгрузки зерна. В нем коленчатый рычаг связан одной тягой с эксцентриковым механизмом непрерывной разгрузки зерна, а другой тягой — с механизмом периодической разгрузки. В этом случае зерно из шахты разгружается непрерывно при неполном открывании затвора.

Бесприводное разгрузочное устройство (рис. 2.32) представляет собой металлический бункер с рассекателями, образующими четыре ряда лотков. Особенность этого устройства состоит в том, что по мере продвижения зерна вниз выход его с каждого двух вышерасположенных лотков объединяется в одном, находящемся ниже.

Производительность сушилки регулируют винтовой задвижкой 1, скорость движения зерна по отдельным потокам — последовательно клапанами 3, 4, 7, 9, которые поворачивают вручную рукоятками, выведенными за пределы бункера, и фиксируют гайками.

2.4.5. ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕРНОСУШИЛОК

К наиболее важным требованиям, предъявляемым к сушке зерна, относятся:

обеспечение сохранности исходного качества зерна в процессе его сушки;

снижение материальных затрат на сушку, которая является одной из наиболее дорогостоящих операций в комплексе работ в период послеуборочной обработки зерна;

обеспечение возможности сушки зерна различных культур в потоке независимо от исходной влажности и засоренности материала.

Этим требованиям отвечают конструктивные особенности основных узлов зерносушилок.

Сушильная камера. Основные параметры сушильных устройств — равномерность нагрева, характер движения зерна, который обусловлен величиной пути зерна и внутренним устройством шахты.

Камера нагрева рециркуляционных зерносушилок. Основная функция — обеспечение максимально возможного тепло- и влагообмена между агентом сушки и зерном.

В камерах нагрева необходимо создавать такие условия, чтобы температура отработанного агента сушки превышала температуру зерна не более чем на 10 °С.

Надсушильный бункер. Высоту бункера в шахтных прямоточных и некоторых рециркуляционных зерносушилках выбирают таким образом, чтобы минимизировать утечку агента сушки. Для этого толщина слоя зерна у стен бункера должна составлять не менее 50 см.

Бункер тепло- и влагообмена. От загрузочной вместимости этого бункера зависит пребывание в нем зерна, а следовательно, продолжительность и эффективность тепло- и влагообмена между рециркуляционным и вновь поступившим зерном. Для эффективного влагообмена между сырьем и рециркуляционным зерном в бункере поддерживают заданный уровень материала. В камере нагрева устанавливают три датчика уровня зерна. Один из датчиков сигнализирует о переполнении бункера зерном; второй (средний) датчик поддерживает уровень зерна в бункере; третий датчик контролирует опорожнение бункера.

Загрузочные и разгрузочные устройства. В сушильную шахту подают зерно так, чтобы оно как можно меньше самосортировалось, поэтому для загрузки целесообразно применять несколько само-

течных труб (две или четыре) или делать надсушильный бункер пирамидаобразной формы.

Разгрузочные устройства зерносушилок устанавливают так, чтобы минимальный зазор между лотками составлял не менее 100 мм.

Шахта охлаждения. В шахте охлаждения должны быть предусмотрены условия одностороннего продувания охлаждаемого слоя зерна и его непрерывный выпуск, что способствует увеличению площади поверхности тепло- и влагообмена зерна с воздухом, а также равномерный подвод необходимого количества воздуха к охлаждаемым слоям зерна по всему сечению.

Топки. Основные требования, предъявляемые к топочным устройствам, работающим на жидким или газообразном топливе, заключаются в том, чтобы топливо в них полностью сгорало без выделения сажи и других веществ, способных загрязнять зерно. Топки должны работать под вакуумом.

Теплоизоляция зерносушилок. Обязательно должны быть изолированы все основные узлы зерносушилки: камера нагрева, устройство для предварительного нагрева зерна, сушильная шахта, бункер тепло- и влагообмена, надсушильный бункер рециркуляционных зерносушилок, воздухопроводы, циклоны и др. Теплоизоляцию подбирают так, чтобы температура наружной стенки не превышала 40 °C, а коэффициент теплопередачи был равен 0,6...1,2 Вт/(м² · К).

Эксплуатация зерносушилок. При наличии зерна, подлежащего сушке, зерносушилки должны работать круглосуточно. Продолжительность работы стационарных сушилок в течение 1 мес должна составлять не менее 615 ч, передвижных — 540 ч. Запасы жидкого топлива из расчета на 12 сут. Зерносушилки обеспечивают эксплуатационным запасом быстроизнашивающихся деталей.

Пуск и обслуживание топки и зерносушилки. Перед пуском зерносушилки подают предупредительный сигнал. Последовательность пуска-запуска в работу стационарных зерносушилок следующая: включают оборудование и заполняют зерном надсушильный бункер, сушильные шахты и шахты охлаждения. После этого интенсивно разогревают топливо и, когда пламя станет светлым, включают вентиляторы, подающие агент сушки в сушильные шахты; открывают шибер для подачи холодного воздуха в камеру смешения и закрывают заслонку в канале, соединяющем ее с дымовой трубой.

Порядок сушки первой партии зерна в стационарных и передвижных зерносушилках заключается в том, что необходимо через каждые 8...10 мин выпускать из шахты часть зерна и возвращать

его обратно в сушилку для того, чтобы оно не перегревалось от контакта со стенами коробов. Когда зерно, находящееся в сушильных шахтах, высохнёт, включают разгрузочный механизм и выгружают все зерно из шахты охлаждения и около половины его количества из сушильных шахт. После этого сушилку переводят на нормальный режим.

Остановка зерносушилки. При кратковременной (до 1 сут) остановке зерносушилки перекрывают подачу топлива в форсунку, прекращают подачу сырого и выпуск просушенного зерна, при этом останавливают вентиляторы шахт, механизмы разгрузочных устройств, нории и т. д. По окончании работы или при остановке зерносушилки на более длительное время прекращают подачу сырого зерна, досушивают зерно агентом сушки с пониженной температурой. Подачу топлива в форсунку прекращают, не выключая вентиляторы сушильных камер. Освобождают шахты от остатков зерна, останавливают разгрузочные механизмы и другое оборудование, а затем очищают зерносушилку от пыли и сора.

Техника безопасности, охрана труда и противопожарные мероприятия. В соответствии с правилами техники безопасности и производственной санитарии все вращающиеся части оборудования следует ограждать. Оборудование зерносушилки запрещается включать, если ограждения отсутствуют или неисправны. Запрещается смазывать и ремонтировать движущиеся части на ходу, надевать, сбрасывать и переводить приводные ремни. Рабочая одежда обслуживающего персонала должна состоять из комбинезона и головного убора.

В помещении зерносушилки и топки необходимо создать соответствующие санитарно-гигиенические условия. В помещении не должно быть утечки оксида углерода (угарного газа). Перед пуском конвейеров и другого оборудования с движущимися частями дают сигнал, а возможность пуска и остановки машин и агрегатов предусматривают как с пульта управления, так и с мест обслуживания.

Во избежание несчастных случаев от поражения электрическим током необходимо следить за тем, чтобы электропроводка и пусковые устройства находились в исправности. Все электрооборудование (электродвигатели, светильники и другие устройства) должны быть заземлены.

Для тушения пожара на всех этажах производственных площадей устанавливают огнетушители и ящики с песком, в теплое время года у входа в зерносушильное и топочное отделение — бочки с водой и ведра. Весь противопожарный инвентарь хранят в исправном состоянии в предназначенному для этого месте.

2.5. ИНСПЕКЦИОННОЕ И КАЛИБРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

На хранение следует закладывать сырье, соответствующее стандартам и требованиям технологических инструкций. В некоторых овощехранилищах консервных заводов устанавливают устройства и машины для инспекции кондиционной и отбраковки некондиционной продукции. Иногда это оборудование используют и как транспортное средство.

2.5.1. ЛЕНТОЧНЫЕ И РОЛИКОВЫЕ ИНСПЕКЦИОННЫЕ ТРАНСПОРТЕРЫ

По конструкции эти транспортеры практически не отличаются от обычных ленточных. Инспектируемый продукт, подаваемый медленно движущейся лентой транспортера, расположен в один слой. Рабочие, стоящие по обе стороны транспортера, осматривают продукт и некондиционное сырье снимают и сбрасывают через лотки либо на отводящий конвейер, либо в специальные ящики, либо в специальные контейнеры. Основным недостатком инспекционных ленточных транспортеров является недоступность осмотра нижней части продукта, лежащего на ленте.

Этот недостаток устранен в инспекционных транспортерах с роликовым транспортным полотном. При его движении ролики, лежащие на резиновых опорах-полочках, врачаются и поворачивают продукты, расположенные на них в один слой. Благодаря вращению продуктов, как правило, шарообразной или близкой к цилиндру формы можно осмотреть всю поверхность.

Ширина и длина инспекционного транспортера зависят от его производительности и наоборот.

Длина транспортера (м) при его двустороннем обслуживании и заданной производительности

$$L = \frac{aQ}{2q} + l + p,$$

где a — ширина рабочего места, м; Q — производительность транспортера — количество сырья, поступающего на переработку, кг/ч; l — длина душевого устройства, м; p — неиспользуемая длина ленты транспортера, м; q — норма выработки рабочего, кг/ч.

Производительность инспекционного транспортера, кг/ч,

$$Q = 3600nbkh\rho v,$$

где n — число парных рабочих мест; $n = Q/2q$; b — ширина инспекционной ленты или роликового полотна, м; $b = 0,6...0,9$; k — коэффициент заполнения плоскости

полотна; $k = 0,8 \dots 0,9$; h — толщина одного слоя инспектируемого продукта, м; ρ — насыпная масса продукта, кг/м³; v — скорость движения инспекционного полотна; $v = 0,10 \dots 0,12$ м/с.

Инспекция сырья может быть совмещена с сортированием его по степени зрелости, цвету и т. д. Производительность сортировочных транспортеров рассчитывают с учетом нормы выработки рабочего на этой операции q_c . На основании этого определяют количество парных мест $n_c = Q/2q_c$. Скорость движения полотна сортировочного транспортера принимают такой же, как и инспекционного.

Рассмотрим несколько моделей инспекционных транспортеров.

Сортировочные конвейеры А9-ККТ предназначены для сортирования плодоовощного сырья, последующего его ополаскивания и механизации удаления отходов. Выпускаются двух марок: А9-ККТ.1 роликовые (рис. 2.33, а) и А9-ККТ.2 ленточные (рис. 2.33, б). Конвейеры состоят из секций: приводной, натяжной, промежуточной, ополаскивания; сетчатой ленты или роликового полотна; ополаскивающего устройства; лотка; конвейера отходов с приводом и стоек.

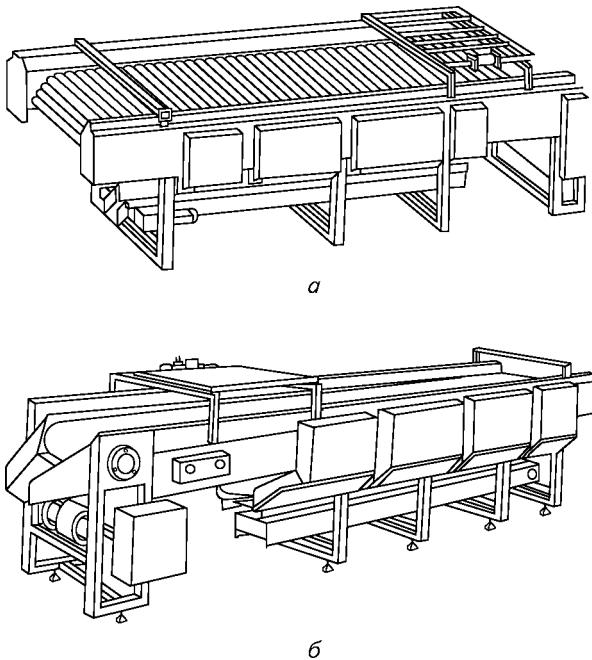


Рис. 2.33. Сортировочные конвейеры:

а — роликовый А9-ККТ.1; б — ленточный А9-ККТ.2

Приводная секция включает в себя две боковины из листового проката, соединенные перемычкой, и вал, смонтированный на установленных в корпусах подшипниках качения, расположенных с внутренней стороны боковин. На валу установлены на шпонках две звездочки для привода роликового полотна или сетчатой ленты, а также звездочка, передающая вращение валу от мотор-редуктора. Натяжная секция имеет две боковины из листового проката; натяжной вал, установленный в ползунах; верхние и нижние направляющие для цепи. Промежуточная секция состоит из каркаса, сваренного из двух соединенных перемычками боковин, выполненных из листового проката; верхних и нижних направляющих для цепи. Секция ополаскивания также сварной конструкции из листового проката имеет верхние и нижние направляющие для цепи.

Каркас позволяет устанавливать ополаскивающее устройство и лотки для сбора и удаления загрязненной воды и отходов.

Сетчатая лента или роликовое полотно служит транспортирующим рабочим органом и состоит из двух катковых тяговых цепей с шагом 63 мм. Стойки обеспечивают установку на них секций сортировочного конвейера, его привода, а также конвейера отходов. Выполнены стойки из стальных труб прямоугольного сечения и снабжены винтовыми регулируемыми опорами. Стойка, на которую опирается приводная секция, обеспечивает установку на ней мотор-редуктора, ролика для натяжения приводной цепи и ограждения привода.

Конвейер отходов служит для механизации удаления некондиционной фракции сырья от рабочих мест операторов, занятых сортированием сырья, в приемные устройства цеха. Конвейер отходов — секционный ленточный конвейер с лентой шириной 200 мм. Длина его зависит от исполнения сортировочного конвейера и достигается установкой необходимого числа промежуточных секций.

Ополаскивающее устройство обеспечивает душирование водой кондиционной фракции сырья после сортирования. Оно состоит из трубной решетки, сваренной из труб, которые изготовлены из коррозионно-стойкой стали. На трубах установлены форсунки, выполненные из коррозионно-стойкой стали, закрепляемые на кидными гайками. Система трубопроводов закрыта ограждением из органического стекла. Ополаскивающее устройство включает в себя каркас из П-образных стоек, выполненных из стальных прямоугольных труб, на которых смонтированы с двух сторон опорные устройства, одно из которых с сальниковым уплотнением. Трубная решетка может проворачиваться в этих опорах, открывая свободный доступ к форсункам.

Поступающее на конвейер сырье подхватывается роликами или сетчатой лентой и транспортируется вдоль рабочих мест, оборудованных лотками. Операторы (6...8 человек) располагаются с обеих сторон конвейера, сортируют сырье, отбирая некондиционное и опуская его в лотки, по которым оно скатывается на конвейер отходов. Кондиционное сырье роликами или сетчатой лентой транспортируется к месту выгрузки, проходя зону ополаскивания. Загрязненная вода после ополаскивания сливается в водосборник и отводится в канализацию.

2.5.2. КАЛИБРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Калибровочные машины предназначены для разделения на фракции по поперечному размеру плодов и овощей.

Существует несколько видов калибрующих устройств, основные из которых приведены на рис. 2.34.

Тросовое калибрующее устройство состоит из двух непрерывно движущихся расходящихся тросов 1 (рис. 2.34, а). Плод 2 находится на тросах до тех пор, пока расстояние l между ними будет меньше диаметра плода d . Когда расстояние между тросами l_1 окажется больше диаметра плода d , последний падает в соответствующий отсек приемного бункера.

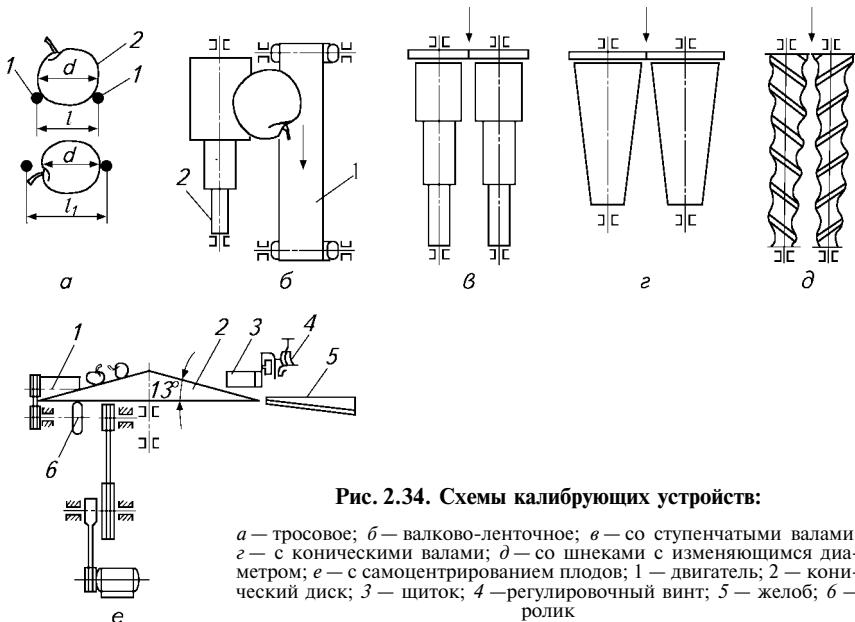


Рис. 2.34. Схемы калибрующих устройств:

a — тросовое; б — валково-ленточное; в — со ступенчатыми валами; г — со шинками с изменяющимся диаметром; е — с самоцентрированием плодов; 1 — двигатель; 2 — конический диск; 3 — щиток; 4 — регулировочный винт; 5 — желоб; 6 — ролик

Другие калибрующие устройства основаны на аналогичном принципе действия. Основные из них:

валково-ленточное (рис. 2.34, б), у которого рабочими органами служат ленточный конвейер 1 и ступенчатый вал 2;

с двумя ступенчатыми валами (рис. 2.34, в);

с коническими валами (рис. 2.34, г);

со шнеками (рис. 2.34, д).

На рис. 2.34, е приведена схема калибрующего устройства с *самоцентрированием плодов*. Подаваемые ленточным конвейером 1 плоды поступают на вращающийся конический диск 2. При этом плоды самоцентрируются, скатываются вниз к щиткам 3, положение которых в зависимости от размеров плодов можно регулировать винтом 4. Таких устройств вокруг диска пять, следовательно, таким образом можно калибровать исходное сырье на пять фракций. Откалиброванное сырье отводится желобами 5, которых также пять. Частоту вращения диска можно изменять путем перемещения ролика 6.

Производительность калибровочной машины, кг/ч,

$$Q = 3600 \frac{v}{d} \varphi m z,$$

где v — скорость перемещения плодов по калибрующему органу, м/с; d — средний диаметр плода или его длина, м; $\varphi = 0,60 \dots 0,65$ — коэффициент заполнения калибровочного полотна (ручья); m — средняя масса плодов, кг; z — число ручьев (пар тросов, валов и т. п.).

На рис. 2.35 приведен общий вид универсального калибрователя А9-ККХ, предназначенного для разделения плодов на фракции по наибольшему поперечному диаметру.

Калиброватель А9-ККХ состоит из конвейера, рабочего полотна, каркаса, привода, вибрационного лотка, электрооборудования.

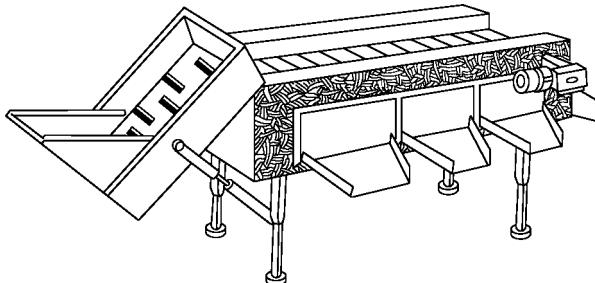


Рис. 2.35. Универсальный калиброватель А9-ККХ

В состав конвейера входят: бункер и наклонный ленточный конвейер с поперечными ребрами на ленте, обеспечивающей подачу сырья на рабочее полотно. Рабочее полотно служит для транспортирования и разделения сырья на фракции. Оно включает в себя транспортерную цепь и спаренные ролики, которые движутся по направляющим.

Вибрационный лоток, приводимый в движение электровибратором, предназначен для отвода разделенного на фракции сырья из-под рабочего полотна.

При движении полотна спаренные ролики идут по регулируемым направляющим, при этом увеличивается размер калибрующих щелей. Плоды или овощи проваливаются через них, попадают на вибрационный лоток и отводятся на последующую технологическую операцию. Настройка регулируемых направляющих определяет размер калибрующей щели и позволяет разделять сырье на четыре фракции по размерам, соответствующим требованиям инструкций по производству консервов.

Основные технические данные универсального калибрователя А9-ККХ

Производительность техническая (по яблокам), кг/ч	3000
Установленная мощность, кВт	0,57
Габаритные размеры, мм	3600 × 1150 × 1350
Масса, кг	1000

В комплект поставки входят: калиброватель, конвейер, щит управления, комплект запасных частей, комплект принадлежностей, эксплуатационная документация (паспорт), эксплуатационная документация на комплектующие изделия.

На рис. 2.36 приведена схема универсальной калибрующей машины, устройство которой несколько отличается от устройства калибрователя А9-ККХ.

Сварная станина 10 машины изготовлена из стального проката и установлена на четырех колесах. Загрузочный бункер 4 расположен над пятью узкими наклонными ленточными конвейерами 3, снабженными скребками 5. Вращающиеся сбрасыватели 2 подают продукт в калибрующую головку 1. Здесь расположено пять пар ступенчатых валиков 7, вращающихся навстречу друг другу. Комплект, состоящий из ступенчатых и шнековых валиков разных размеров, позволяет калибровать плоды и овощи, различные по форме и величине. Калибрующая головка укреплена на станине 10 при помощи кронштейна 6. В сборник 8 плоды выпадают из калибровочной головки. При этом чем больше расстояние между загрузочным бункером и плодами, тем большего размера

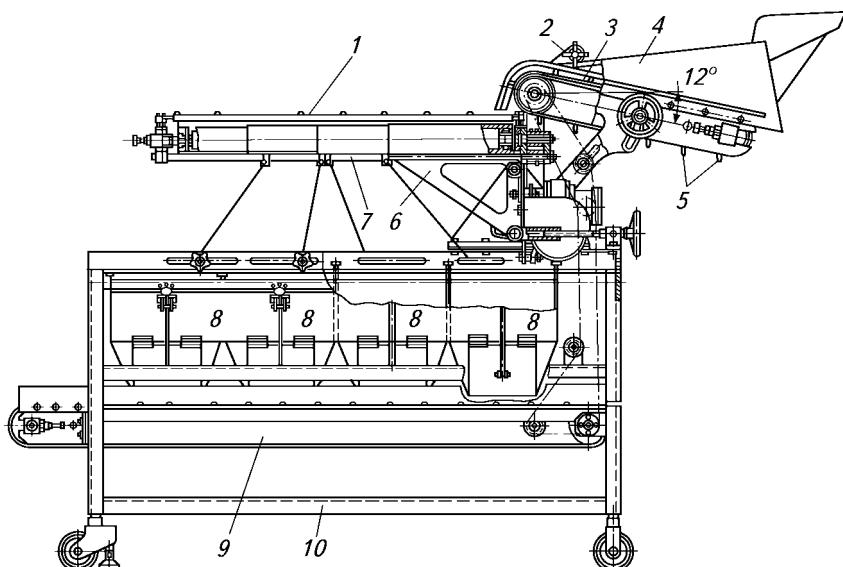


Рис. 2.36. Универсальная калибрующая машина:

1 — калибрующая головка; 2 — вращающийся сбрасыватель; 3, 9 — ленточные конвейеры; 4 — загрузочный бункер; 5 — скребок; 6 — кронштейн; 7 — ступенчатые валики; 8 — сборник; 10 — станина

плоды находятся в сборниках, так как над ними расположена большая щель.

Ленточный конвейер 9 установлен под разгрузочными бункерами. По мере заполнения одного из них его разгружают на ленточный конвейер и подают плоды одного размера на следующую операцию. Привод этой машины состоит из электродвигателя с червячным редуктором и цепных передач, вращающих ступенчатые валики или шнеки.

Существуют калибровочные машины и других конструкций, например калибровочная машина дискового типа, у которой расходящаяся щель свернута в окружность, или калибровочные машины, базирующиеся на весовом принципе, которые позволяют разделять плоды сложной формы (груши) на фракции с достаточной степенью точности.

2.6. ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Искусственный холод широко применяют при хранении сельскохозяйственной продукции. Получают холод при помощи холодильных машин.

2.6.1. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Для искусственного охлаждения продукции, обеспечивающего отнятие относительно больших количеств теплоты, используют такие физические процессы, как *плавление, сублимация и кипение*, протекающие с изменением агрегатного состояния вещества.

Для охлаждения холодильных камер плавлением применяют в основном лед и смесь льда с солью. За счет использования теплоты плавления льда, равной 335 кДж/кг, можно получить температуру в холодильной камере, близкую к нулю. Если к дробленому льду добавить кристаллическую NaCl или CaCl, то температура таяния этой смеси будет ниже нуля за счет теплоты растворения соли. Этот способ охлаждения трудоемок и требует много льда и соли. Кроме того, при этом способе очень трудно поддерживать в холодильной камере постоянные температуру и влажность воздуха, что особенно важно при длительном хранении пищевых продуктов.

Изменение температуры сублимации в процессе перехода твердой углекислоты (сухого льда) в газообразное состояние составляет $-78,9^{\circ}\text{C}$, при этом каждый килограмм ее поглощает 573 кДж теплоты. Сухой лед, испаряясь, образует диоксид углерода, благодаря чему воздух в холодильной камере обедняется кислородом и бактериологические процессы, связанные с порчей пищевых продуктов, значительно замедляются.

Недостаток способов охлаждения плавлением и сублимацией заключается в том, что после того как хладагент отнимет теплоту от окружающей среды, агрегатное состояние его изменяется и он теряет свои охлаждающие свойства, поэтому с помощью плавления и сублимации нельзя осуществить непрерывное охлаждение одним и тем же количеством хладагента.

В современных холодильных машинах производство холода осуществляется в результате циркуляции одного и того же количества холодильного агента (легкокипящего сжиженного газа), находящегося в замкнутой системе и меняющего свое агрегатное состояние при испарении и конденсации. Для непрерывного охлаждения с помощью одного и того же количества хладагента необходимо, чтобы, отняв теплоту охлаждаемой среды и изменив свое первоначальное состояние, хладагент снова возвратился в свое первоначальное состояние, т. е. совершил при этом круговой процесс. Таким образом, наиболее эффективным для непрерывного охлаждения является процесс кипения жидкости, позволяющий регулировать температуру кипения, а следовательно, и температуру охлаждаемой среды в зависимости от давления в сосуде.

Замкнутая система холодильной машины — это компрессор, конденсатор, испаритель и регулирующий вентиль, обеспечивающий перепад давления между испарителем и конденсатором.

2.6.2. ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГЕНТЫ И ХЛАДОНОСИТЕЛИ

В компрессионных холодильных машинах в качестве хладагентов используют в основном аммиак и фреон.

Физические свойства холодильных агентов. По значению нормальной температуры кипения t_h (при $p = 760$ мм рт. ст. = $1,013 \cdot 10^5$ Па) все применяемые холодильные агенты делят на три основные группы:

агенты с высокими температурами кипения, для которых $t_h > 0^\circ\text{C}$ (давление конденсации $p \leq 0,3$ МПа при 30°C);

агенты со средними температурами кипения, для которых $t_h = 0\dots -50^\circ\text{C}$ (давление конденсации $0,3 < p < 2,0$ МПа);

агенты с низкими температурами кипения $t_h < -50^\circ\text{C}$ (давление конденсации $p = 2,0\dots 7,0$ МПа).

Хладагенты должны иметь низкую температуру замерзания, по возможности меньшую вязкость и плотность, хорошо растворяться в воде.

Холодильные агенты имеют разные молекулярные массы и нормальные температуры кипения. Для различных технологических условий в зависимости от температурного режима работы холодильной машины могут быть подобраны наиболее подходящие холодильные агенты.

Термодинамические свойства холодильных агентов. Наиболее важные термодинамические свойства хладагентов: давление в испарителе и конденсаторе, объемная и массовая холодопроизводительность. Давление пара хладагента в испарителе должно быть выше атмосферного для предотвращения проникновения в него атмосферного воздуха, способного нарушить нормальную работу машины. В связи с этим хладагент должен иметь низкую температуру кипения при атмосферном давлении. Чем ниже будет эта температура, тем при более низкой температуре будет работать испаритель. Давление в конденсаторе при обычных температурах должно быть относительно невысоким, благодаря чему снижаются требования к прочности элементов холодильной машины и уменьшается расход металла на ее изготовление.

Объемная и массовая холодопроизводительность хладагента обусловлена типом холодильной машины. Для холодильных машин с поршневыми компрессорами объемная холодопроизводительность должна быть возможно большей, так как это способствует уменьшению размеров компрессора. Для холодильных машин малой производительности рекомендуют холодильные агенты с не-большой массовой холодопроизводительностью. При этом увеличивается количество циркулирующей в системе жидкости, что упрощает конструкцию автоматических регулирующих вентилей.

Молекулярная масса холодильного агента μ , теплота парообразования r_s и нормальная температура кипения T_s связаны между собой уравнением

$$\theta = \mu r_s / T_s,$$

где θ — число Трутон; для большинства холодильных агентов $\theta = 85\dots95$.

Хладагенты с малой молекулярной массой (аммиак) при температурах, близких к T_s , характеризуются большой скрытой теплотой парообразования, и, наоборот, вещества с большой молекулярной массой (фреоны) — малой теплотой парообразования.

Объемная холодопроизводительность агента q_v определяется отношением холодопроизводительности 1 кг агента q_0 к удельному объему всасываемого пара v_n , т. е.

$$q_v = q_0 / v_n.$$

Величина q_v представляет собой холодопроизводительность на 1 м³ всасываемого пара, и чем она больше, тем меньше размеры компрессора.

Энергетическую эффективность хладагентов в рабочем цикле холодильной машины характеризует степень термодинамического совершенства η_m (при условии одинаковых значений температур кипения и конденсации в обоих циклах):

$$\eta_m = \varepsilon_{\text{теор}} / \varepsilon_k,$$

где $\varepsilon_{\text{теор}}$ — холодильный коэффициент теоретического цикла; ε_k — холодильный коэффициент идеального цикла Карно.

В настоящее время широко используют следующие хладагенты: сернистый ангидрид (SO₂), аммиак (NH₃), фреоны (R11, R12, R22, R114, R142).

Степень ядовитости холодильного агента определяется процентным содержанием его в воздухе. Самым опасным холодильным агентом является сернистый ангидрит, при содержании в воздухе которого 0,5…1,0 об. % продолжительность пребывания в помещении людей не должна превышать 5 мин. Для аммиака это значение составляет 30 мин. Наименее вредными являются фреон R11, фреон R22 и вовсе безвредными — фреон R12 и фреон R114. Вредное физиологическое действие указанных фреонов на людей объясняется лишь недостатком кислорода, вытесняемого этими тяжелыми газами из помещения.

Согласно Международной системе стандартизации все хладагенты имеют в обозначении индекс R, за которым следуют цифры:

- 1, если хладагент — производная от метана CH_4 ;
- 11, если хладагент — производная от этана C_2H_6 ;
- 21, если хладагент — производная от пропана C_3H_8 ;
- 31, если хладагент — производная от бутана C_4H_{10} .

Затем ставится еще одна цифра, показывающая число атомов фтора, которые замещают водород, например R11 — CFCl_2 ; R12 — CF_2Cl_2 ; R115 — $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$.

В случае, когда в хладагенте атомы водорода не замещены, число незамещенных атомов водорода отмечается в обозначении агента добавлением к первой цифре шифра единицы следующим образом:

к первой цифре шифра добавляется единица у производных от метана, например R22 — $\text{C}_2\text{F}_2\text{HCl}$;

ко второй цифре шифра добавляется единица у производных от этана или бутана.

Хладагенты неорганического происхождения маркируют, добавляя к букве R цифры, представляющие собой сумму, полученную сложением числа 700 с молекулярной массой вещества ($700 + \mu$), например R717 — NH_3 ; R744 — CO_2 .

В настоящее время наиболее перспективными разрешенными холодильными агентами являются R22, R134A, R404A, R407C, R410, R507. Сегодня хладагент R406A заслуженно считается самой качественной заменой R12.

Искусственное охлаждение продуктов, холодильных камер и помещений может осуществляться непосредственно, когда испаритель холодильной установки размещен в охлаждаемом помещении. Однако в большинстве случаев холодильная установка обслуживает несколько потребителей холода. Когда холодильные камеры обслуживаются людьми, утечка ядовитых газов в холодильные камеры недопустима. В таких случаях применяют рассольное охлаждение, при котором незамерзающий рассол NaCl или CaCl_2 служит промежуточным носителем холода (хладоносителем), непрерывно циркулирующим при помощи насоса между испарителем и охлаждаемым объектом.

2.6.3. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Холодильная установка предназначена для поддержания в охлаждаемом объекте температур ниже температуры окружающей среды и состоит из холодильной машины (или охлаждающего устройства) и вспомогательного оборудования. При этом теплота от охлаждаемого объекта отводится либо холодильным объектом (система непосредственного охлаждения), либо хладоносителем (система охлаждения хладоносителем).

Холодильные установки классифицируют по нескольким признакам:

- а) по типу установленной холодильной машины:
компрессионные — паровые и аммиачные;
абсорбционные;
пароэжекторные;
- б) по способу циркуляции в системе хладагента:
безнасосные;
насосные;
- в) по способу передачи теплоты:
установки с отводом теплоты от охлаждаемого объекта непосредственно хладагентом;
установки с отводом теплоты от охлаждаемого объекта через хладоноситель;
- г) в зависимости от степени автоматизации:
неавтоматизированные;
автоматизированные.

2.6.4. ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Холодильная машина осуществляет искусственное охлаждение при помощи подводимой энергии.

Различают *компрессионные* холодильные машины, в которых происходит сжатие холодильного агента и *теплоиспользующие* холодильные машины, которые работают с использованием Пельтье-явления. Пельтье-явление заключается в выделении или поглощении теплоты в месте контакта двух веществ (металлов, полупроводников) при прохождении через контакт электрического тока. В замкнутой цепи один из контактов нагревается, другой охлаждается. При изменении направления тока эффект меняется на обратный.

Компрессионные холодильные машины подразделяют на газовые, в которых агрегатное состояние газообразного холодильного агента не изменяется, и паровые, в которых агрегатное состояние холодильного агента изменяется.

Принцип действия воздушной компрессионной холодильной машины заключается в следующем. Воздух из охлаждаемого помещения 1 (рис. 2.37) засасывается компрессором 2, где охлаждается водой при постоянном давлении. Затем воздух поступает в расширительный цилиндр 4 и здесь совершают полезную работу в процессе адиабатического расширения до первоначального давления. Температура воздуха значительно снижается (до $-60\ldots -70^{\circ}\text{C}$), и его возвращают в охлаждаемое помещение.

В испарителе паровой холодильной машины кипит холодильный агент (фреон, аммиак и др.), отнимая теплоту от охлаждаемо-

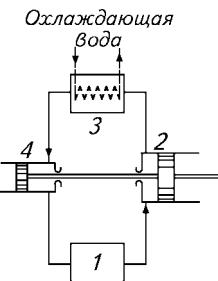


Рис. 2.37. Схема воздушной холодильной машины:
1 — охлаждаемое помещение; 2 — компрессор; 3 — охладитель; 4 — расширительный цилиндр

го объекта. Образовавшиеся пары отсасываются, сжимаются и подаются компрессором в конденсатор, где сжижаются в результате охлаждения водой или воздухом, затем холодильный агент поступает снова в испаритель через регулирующий вентиль. Местное сужение на пути движения холодильного агента, создаваемое регулирующим вентилем, вызывает дросселирование, которое сопровождается понижением температуры.

Схема паровой компрессионной холодильной машины приведена на рис. 2.38. В охлаждаемом помещении размещают специальный трубчатый аппарат — испаритель 4, в который поступает холодильный агент в виде влажного пара с высоким содержанием жидкости. В этом аппарате при постоянном давлении и соответствующей низкой температуре жидкость кипит, причем необходимая для этого теплота отнимается от охлаждаемого помещения. Образующиеся при кипении пары из испарителя засасываются компрессором 1, сжимаются в нем и нагнетаются в конденсатор 2, в котором они под действием охлаждающей воды конденсируются при постоянном давлении и соответствующей ему температуре. Жидкость из конденсатора 2 поступает в расширительный цилиндр 3, где ее давление понижается, в результате

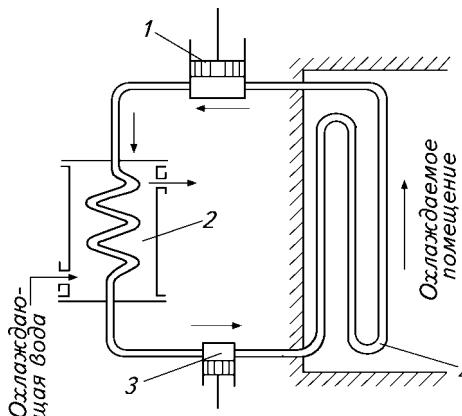


Рис. 2.38. Схема паровой холодильной компрессионной машины:

1 — компрессор; 2 — конденсатор; 3 — расширительный цилиндр; 4 — испаритель

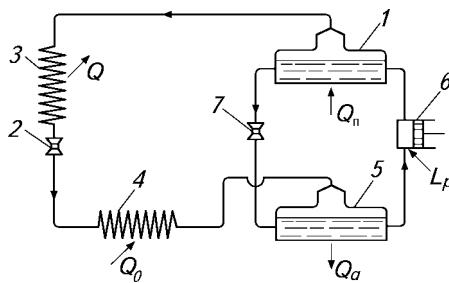


Рис. 2.39. Схема абсорбционной холодильной машины:

1 — кипятильник-генератор; 2 — конденсатор; 3, 7 — регулирующие вентили; 4 — испаритель; 5 — абсорбер; 6 — насос для раствора; Q_0 — теплота нагрузки испарителя; Q_a — теплота, отведенная из абсорбера; Q_t — теплота, подведенная в кипятильник; \dot{Q} — теплота, отведенная водой из конденсатора; L_p — работа насоса

жидкость снова способна кипеть, испаряться при низкой температуре и охлаждать.

Холодильные машины выпускают одно-, двух-, многоступенчатыми и каскадными. В одноступенчатых машинах используется один, в остальных два компрессора и более, от этого зависит ходоизводительность машин. По этому показателю их подразделяют на малые мощностью до 15 кВт, средние — от 15 до 120 кВт и крупные — свыше 120 кВт. Паровые холодильные компрессионные машины обладают большими преимуществами перед другими видами холодильных машин. Наиболее распространенные из них — аммиачные и фреоновые машины. Они отличаются высокими холодильными коэффициентами, небольшими габаритами и удобством в эксплуатации.

Теплоиспользующие холодильные машины подразделяются на абсорбционные (рис. 2.39), у которых в холодильном цикле участвуют два компонента — холодильный агент и поглотитель (абсорбент).

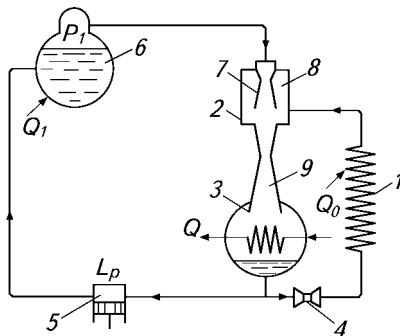


Рис. 2.40. Принципиальная схема пароэJECTорной холодильной машины:

1 — испаритель; 2 — эжектор; 3 — конденсатор; 4 — регулирующий вентиль; 5 — насос; 6 — паровой котел; 7 — сопло; 8 — камера смешения; L_p — работа насоса; Q — теплота, отведенная водой из конденсатора; Q_0 — теплота нагрузки испарителя; Q_1 — теплота, подведенная к котлу

бент), и *пароэжекторные* (рис. 2.40), в которых сжатие пара осуществляется при помощи парового эжектора.

В абсорбционной водоаммиачной холодильной машине (см. рис. 2.39), как и в паровой (компрессионной), холод получается в результате кипения аммиака в испарителе при низкой температуре. После конденсации паров аммиака в конденсаторе 2 жидкий аммиак дросселируется в регулирующем вентиле 3 и затем испаряется в испарителе 4 за счет подвода теплоты от охлаждаемой среды. Перенос паров холодильного агента из испарителя в конденсатор совершается при помощи абсорбента, непрерывно циркулирующего между абсорбером и кипятильником (генератором). Пары аммиака из испарителя непрерывно засасываются в абсорбер 5, где поглощаются слабым водоаммиачным раствором, притекающим сюда из кипятильника 1 через регулирующий вентиль 7.

Процесс абсорбции происходит при постоянном давлении, немного меньшем давления в испарителе. Этот процесс сопровождается выделением теплоты, которая отводится от абсорбера при помощи охлаждающей воды. Образовавшийся в абсорбере крепкий раствор насосом 6 подается в кипятильник, где он выпаривается при постоянном давлении, несколько большем, чем давление в конденсаторе. Для этого расходуется теплота, отбираемая от греющего водяного пара или другого источника. В результате кипения раствора выделяются пары аммиака, которые поступают в конденсатор и в нем сжимаются под воздействием воды, отводящей теплоту конденсации. Кроме того, образуется истощенный раствор, который дросселируется в регулирующем вентиле 7 и при пониженном давлении снова возвращается в абсорбер для поглощения паров аммиака из испарителя. Таким образом, в этой машине аммиак непрерывно циркулирует между основными элементами — конденсатором, регулирующим вентилем, испарителем и системой абсорбер — кипятильник. Одновременно циркулирует водоаммиачный раствор между абсорбера, насосом, кипятильником и регулирующим вентилем.

Для работы пароэжекторной холодильной машины (см. рис. 2.40) затрачивается энергия в форме теплоты, которая преобразуется в механическую работу внутри кругового цикла. Возможность использования энергии в форме теплоты и отсутствие в установке сравнительно сложного парового компрессора являются достоинствами пароэжекторной машины. В пароэжекторных машинах в качестве рабочего вещества применяют воду — безвредный и доступный холодильный агент с большой теплотой парообразования. При помощи пароэжекторных холодильных машин можно охладить среду до температуры не ниже 4...5 °С, что является их существенным недостатком и ограничивает сферу применения. В основном эти машины нашли применение в установках

кондиционирования воздуха или подготовки больших количеств холодной воды для технологических нужд.

Пароэжекторная машина в термодинамическом отношении менее совершенна, чем компрессионная или абсорбционная бромисто-литиевая машина. Это объясняется большими энергетическими потерями в эжекторе при сжатии пара. Основные эксплуатационные показатели для пароводяных эжекторных холодильных машин — расход рабочего пара и охлаждающей воды на 1 МДж производимого холода.

Степень экономичности работы абсорбционной холодильной машины характеризуется тепловым коэффициентом, который представляет собой отношение полученной холодопроизводительности Q_0 к затраченной теплоте Q_w , т. е. $\varepsilon_0 = Q_0/Q_w$.

В практике применяют водоаммиачные абсорбционные холодильные машины с теплообменником, ректификатором и дефлегматором, которые включают в схему машины для повышения экономичности холодильного цикла.

В состав холодильных машин кроме основных элементов входят вспомогательные аппараты и механизмы, а также запорная и регулирующая арматура и соединительные трубопроводы. К вспомогательным аппаратам относятся маслоотделители, маслосборники, отделители жидкости, промежуточные сосуды, воздухоотделители, фильтры-грязеуловители, ресиверы, осушители и теплообменники, к вспомогательным механизмам — насосы для перекачивания рассола, воды и аммиака, а также осевые и центробежные вентиляторы для побудительной циркуляции и вентиляции воздуха в холодильных камерах.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите характеристики весового оборудования.
2. Приведите схему гирьных весов и опишите их работу.
3. Приведите схему циферблочных весов и опишите их работу.
4. Как устроены автомобильные весы и каков их наибольший предел взвешивания?
5. Приведите схему вагонных весов и опишите их работу.
6. Для чего предназначены и как устроены автоматические ковшовые весы?
7. Какие существуют методы автоматического взвешивания?
8. Приведите схемы и опишите устройство оборудования для разгрузки автомобилей и вагонов.
9. Какое грузоподъемное оборудование вы знаете (устройство, работа)?
10. Какие бывают конвейеры? Как они работают? Как устроены?
11. Для чего предназначены нории? Как они работают? Как устроены?
12. Приведите схемы простых пневмотранспортных установок, опишите их работу, достоинства и недостатки.
13. Как устроены и работают самотечные устройства?
14. Какие системы вентиляции помещений и материалов вы знаете? Какое оборудование используют в системах вентиляции? Как оно устроено и работает?
15. Для чего применяют и как устроены установки активного вентилирования продуктов?
16. Как регулируют режимы вентилирования?
17. Для чего предназначены кондиционеры? Как они устроены и работают?
18. Как рассчитывают вентиляционные системы?
19. Как классифи-

цируют зерносушилки? 20. Для сушки каких продуктов предназначены барабанные сушилки? Как они устроены и работают? 21. Как устроены и работают шахтные сушилки? 22. Как устроены и работают теплогенераторы? 23. Как устроены и работают разгрузочные устройства, предназначенные для регулирования скорости движения зерна в шахтах? 24. Перечислите наиболее важные требования, предъявляемые к конструктивным особенностям основных узлов зерносушилок. 25. Укажите особенности ленточных и роликовых инспекционных транспортеров. 26. Каковы назначение, устройство и работа калибрующих машин? 27. Какие способы получения низких температур вы знаете? 28. Какие холодильные агенты и хладоносители используют в холодильных машинах? 29. Что такое холодильная установка? Как классифицируют холодильные установки? 30. Что такое холодильная машина? Как она устроена и работает?

3. ЭЛЕВАТОРЫ И ЗЕРНОСКЛАДЫ



Основные задачи при хранении зерна и продуктов его переработки: сохранить зерно без потерь массы или с минимальными потерями и без ухудшения качества; повысить качество зерновых продуктов; сократить затраты труда и средств на единицу массы зерна при наилучшем сохранении его количества и качества.

Эти задачи решает элеваторная промышленность, являющаяся важным звеном агропромышленного комплекса, на основе современной технологии с использованием новейших достижений науки и техники.

3.1. ЭЛЕВАТОРЫ

Элеваторы — это предприятия для хранения и обработки зерна, на которых основными производственными объектами являются зерновые элеваторы. В состав комплекса элеватора, как правило, входят следующие основные сооружения: рабочее здание; силосные корпуса; устройство приема зерна с автотранспорта; устройство приемки зерна с железной дороги; отпускные устройства на автотранспорт и железную дорогу; зерносушилка; приемная лаборатория; автовесы и железнодорожные весы; административно-бытовой корпус; другие подсобно-вспомогательные объекты (трансформаторные подстанции, котельные, компрессорные и т. д.); железнодорожные и автомобильные подъездные пути.

3.1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕВАТОРОВ

Элеваторы должны выполнять следующие основные функции: принимать зерно в зависимости от района выращивания в течение 15...30 дней;

обрабатывать зерно (очищать, сушить, вентилировать и др.) с целью улучшения его качества;

длительно хранить зерно;

транспортировать зерно в районы потребления и экспорта; обеспечивать зерном необходимого качества перерабатывающие предприятия (мукомольные, крупяные и др.); хранить и своевременно обновлять запасы на случай неурожая, стихийных бедствий и др.; принимать от семеноводческих хозяйств сортовое семенное зерно, семена трав, обрабатывать их, хранить, снабжать потребителей.

Элеваторы по характеру работы подразделяют:

на заготовительные, которые производят приемку и перевалку зерна, формируют однородные партии, обрабатывают, хранят и отгружают их по назначению;

перевалочные, которые предназначены для приемки и перевалки зерна с одного вида транспорта на другой (с воды на железную дорогу или, наоборот, с железной дороги узкой колеи на железную дорогу обычной колеи), обработки и хранения зерна;

базисные, которые предназначены для хранения крупных партий зерна. Здесь зерно принимают, отгружают, очищают и сушат. В некоторых случаях базисные элеваторы выполняют функции заготовительных;

портовые, которые служат для приемки с железнодорожного транспорта крупных партий зерна и отгрузки его на морские суда, кроме того, здесь зерно обрабатывают до необходимых кондиций;

производственные, которые предназначены для приемки зерна и обработки его до кондиций, требуемых для хранения определенных оперативных запасов зерна;

хлебные базы, которые предназначены для приемки, обработки и длительного хранения зерна.

В зависимости от конструктивного исполнения элеваторы могут быть: монолитные (из монолитного железобетона), сборные (из сборных железобетонных конструкций) и металлические (изготовленные в заводских условиях из оцинкованных листов волнистого профиля).

3.1.2. ВЫБОР УЧАСТКА ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ЭЛЕВАТОРА

От того, насколько правильно выбран участок под строительство элеватора, в значительной степени зависят объемы капитальных затрат на его строительство и величина эксплуатационных расходов. Исходя из этого, выбору участка под строительство элеватора уделяют особое внимание.

Выбору участка предшествует выявление экономической целесообразности и технической возможности строительства элеватора в намеченном месте. После этого обосновывают вместимость элеватора, которая определяется с учетом количества хлебосдатчи-

ков, размеров суммарной пахотной площади, ее средней урожайности, а также ближайшую (5...15 лет) и отдаленную перспективу (15...25 лет) изменения этих показателей.

На следующем этапе решают вопрос о возможности и целесообразности кооперирования на одном участке с элеватором муко-мольного, крупяного, комбикормового заводов и других родственных предприятий. Такое кооперирование дает возможность увеличить степень использования самого земельного участка и всех других сооружений и устройств (автомобильных проездов и дорог, железнодорожных путей, энергоустановок и санитарно-гигиенических устройств и др.), что обеспечивает значительное повышение экономической эффективности комплекса в целом.

Далее приступают к выбору участка под строительство элеватора. При этом обязательно должны быть учтены следующие основные требования:

площадка под строительство должна иметь относительно ровную поверхность с уклоном 0,003...0,03°, обеспечивающим отвод поверхностных вод;

планировка участка должна быть выполнена таким образом, чтобы объем земляных работ по выемке и насыпке грунта был минимальным;

располагать участок необходимо как можно ближе к железнодорожной станции, в случае его расположения у реки — на незатопляемом берегу, около которого проходит фарватер, отсутствуют заносы песком, илом и т. д.;

участок не должен затапливаться вешними и дождевыми водами при уровне грунтовых вод не менее 2 м от поверхности;

несущая способность грунта участка должна составлять не менее $(3...4) \cdot 10^5$ Па.

Учитывая тот факт, что здания элеватора и силосных корпусов имеют значительные массы и соответственно склонность к осадке, решающими из всех перечисленных требований при выборе и оценке участка под строительство элеваторного комплекса являются уровень грунтовых вод, который должен быть как можно ниже, и несущая способность грунта.

Немаловажными при выборе участка под строительство элеватора являются и некоторые другие факторы. Например, участок строящегося элеватора рекомендуется располагать около населенного пункта, но вне его застроенной территории. При этом облегчается укомплектование штата предприятия, расселение рабочих и служащих, их транспортирование от жилья к месту работы и обратно, легче создать благоприятные социальные условия для работающих.

Если для строительства элеватора подобрана площадка возле населенного пункта, то необходимо учитывать направление гос-

подствующего ветра или розу ветров, расположив здания таким образом, чтобы ветер относил зерновую пыль, отработавшие газы от зерносушилок или после газации зерна в сторону от жилья.

Для северных районов и районов с большими снежными осадками желательно, чтобы господствующий ветер дул зимой вдоль участка и очищал его от снега, а для южных районов — поперек, чтобы хорошо продувал склады и т. д.

Участок для строительства элеватора должен иметь достаточный по дебиту источник водоснабжения, обеспечивающий подачу воды требуемого стандартом качества. Источником водоснабжения могут быть системы водоснабжения соседних населенных пунктов, железнодорожной станции, города, но чаще всего на территории элеватора сооружают артезианские скважины. В любом случае система водоснабжения должна обеспечить достаточный запас воды и необходимые средства пожаротушения согласно действующим нормам.

Площадка под строительство элеватора должна быть расположена в таком месте, где имеется возможность получения электроэнергии (наличие неподалеку электростанции или высоковольтной линии). При наличии того или другого на предприятии строят трансформаторную подстанцию.

На заключительном этапе выбора площадки рассматривают технико-экономическое обоснование разных альтернативных вариантов.

Экономичность генерального плана характеризуется показателями, основные из которых — площадь участка, плотность застройки и число отдельных сооружений. Рациональность использования территории предприятия и ее благоустройство определяют коэффициентами застройки K_3 , мощения K_M и озеленения K_{O3} :

$$K_3 = \frac{\sum f}{F} \cdot 100; \quad K_M = \frac{F_M}{F} \cdot 100; \quad K_{O3} = \frac{F_{O3}}{F} \cdot 100,$$

где f — площадь каждого здания элеватора, м²; F — площадь всей территории элеватора, м²; F_M — суммарная площадь мощения, м²; F_{O3} — суммарная площадь озеленения территории, м².

Когда участок на местности под строительство элеватора выбран, его необходимо сфотографировать и разработать детальный план в горизонталях. Съемку плана местности проводят геодезическими методами, и сводится она в основном к измерению расстояний между отдельными точками, специально закрепленными на местности, углов между линиями, соединяющими эти точки, и завышения этих точек над уровнем Балтийского моря (форта Кронштадта).

После выбора участка разрабатывают *генеральный план* предприятия, который представляет собой увязку в плане всех основных, вспомогательных и подсобных зданий и сооружений, всевозможных подъездных путей, линий энергоснабжения и водоснабжения (надземных и подземных). На рис. 3.1 приведена схема генерального плана заготовительного элеватора, а на рис. 3.2 — схема типового генерального плана мукомольного комбината.

При разработке генерального плана предприятия обязательно должны быть учтены требования пожарной безопасности и санитарные нормы.

При разработке генерального плана элеватора важно, чтобы все сооружения были увязаны между собой в зависимости от их участия в производстве с таким расчетом, чтобы их будущая производственная деятельность проходила при минимально возможных затратах труда, времени, средств и надлежащем санитарно-гигиеническом режиме и обеспечении безопасности работающих людей.

Вдоль наружных стен основных зданий планируют устройство асфальтовых отмосток для защиты от проникновения ливневых вод в пазухи фундаментов. Территорию предприятия обычно асфальтируют. Незамощенную часть территории обсаживают зелеными насаждениями (см. рис. 3.2).

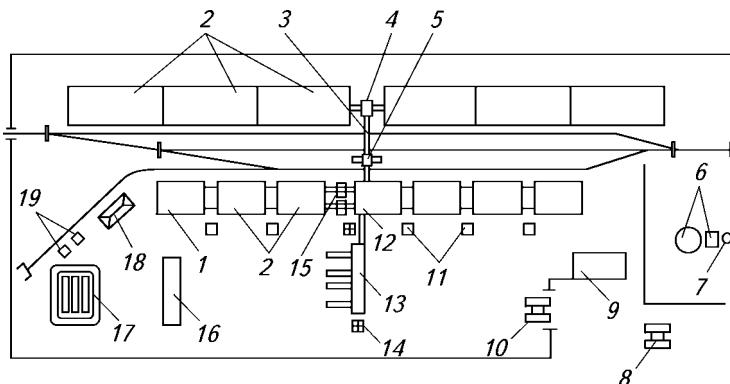


Рис. 3.1. Генеральный план заготовительного элеватора:

1 — силосный корпус; 2 — заготовительные склады с верхними и нижними конвейерами; 3 — галерея для реверсивных конвейеров; 4 — башня для норий; 5 — приемно-отпускное устройство на железнодорожный транспорт; 6 — насосная станция и сосуд для воды; 7 — артезианская скважина; 8 — визирровочная площадка и лаборатория; 9 — контора и лаборатории; 10 — автомобильные весы; 11 — бункера для аспирационной пыли; 12 — рабочее здание элеватора; 13 — приемное устройство с автомобильного транспорта; 14 — бункера для пыли и отходов; 15 — зерносушилки; 16 — подсобный корпус; 17 — склад жидкого топлива; 18 — склад угля; 19 — приемное устройство жидкого топлива из цистерн

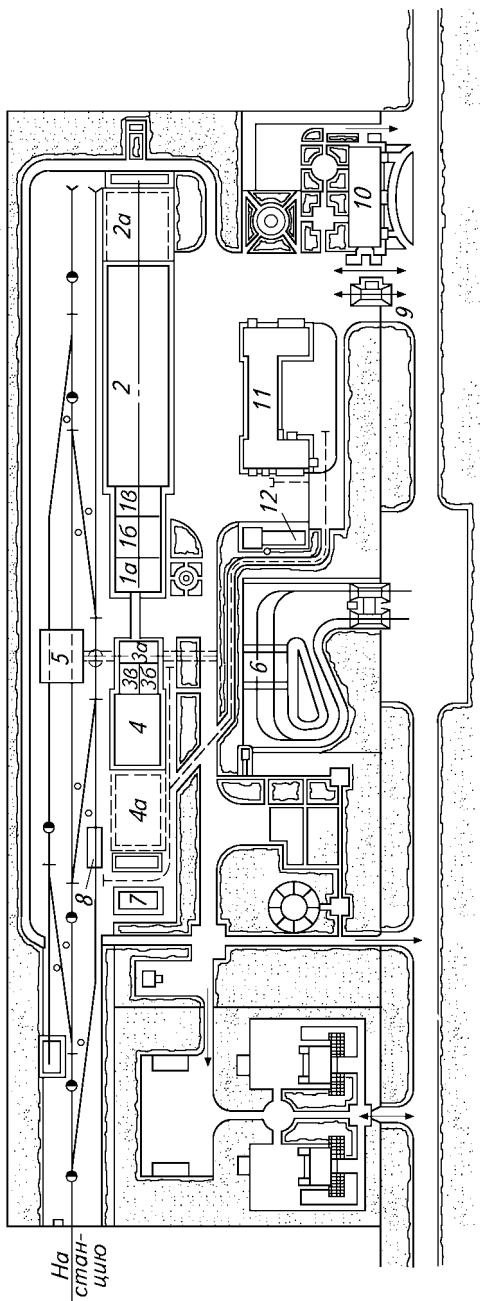


Рис. 3.2. Типовой генеральный план мукомольного комбината:

1а — зерноочистительное отделение; 1б — размольное отделение; 2 — склад готовой продукции; 2а — расширение склада готовой продукции; 3а — рабочее здание элеватора; 3б — топка зерносушилки; 4 — силосный корпус; 4а — вторая очередь силосного корпуса; 5 — приемное устройство для зерна с железнодорожного транспорта; 6 — приемное устройство для зерна с автомобильного транспорта; 7 — склад угля; 8 — склад угли; 9 — весы вагонные; 10 — весы автомобильные; 11 — трансформаторный корпус с лабораториями; 12 — трансформаторная подстанция

Генеральные планы разных элеваторов могут отличаться друг от друга. Например, генеральный план заготовительного элеватора (см. рис. 3.1) имеет развитый фронт приемных устройств из автомобильного транспорта и такой же фронт для погрузки зерна в железнодорожные вагоны. В генеральном плане мукомольного комбината (см. рис. 3.2) предусмотрено размещение рабочего здания элеватора и силосного корпуса в одну линию с зерноперерабатывающими предприятиями. Возможны и другие варианты размещения производственных зданий.

3.1.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЭЛЕВАТОРАМ

Элеватор — это полностью механизированное зернохранилище, предназначенное для хранения зерна и выполнения с ним необходимых операций с максимальной эффективностью и надежным обеспечением сохранности зерна.

Тесная связь между строительными конструкциями, транспортным и технологическим оборудованием является основным отличием элеватора от других промышленных сооружений. Количество и производительность оборудования прямо зависят от вместимости, числа и устройства силосов, материала их конструкции и расположения на площадке, поэтому создание проекта элеватора требует тесного сотрудничества и коллективной работы инженеров высокой квалификации разных специальностей — строителей, механиков, технологов, электриков, экономистов и др. Только при выполнении этого условия можно создать проект элеватора, отвечающего своему назначению.

Элеватор как полностью механизированное зернохранилище, предназначенное для выполнения всех погрузочно-разгрузочных работ, полной технологической обработки и хранения зерна, будет работать как единый производственный комплекс только в том случае, если все входящие в его состав устройства и сооружения гармонично связаны и дополнены друг другом.

К элеваторам предъявляют требования *технологического, конструктивного и экономического характера*.

Отвечая *технологическим* требованиям, элеваторы в первую очередь должны обеспечивать количественную и качественную сохранность зерна.

Требования *конструктивного* характера заключаются в том, что зернохранилища элеваторов должны быть прочными; недопустимо попадание в них грунтовых вод и атмосферных осадков; внутренняя поверхность стен и полов должна иметь низкую теплопроводность и хорошую гигроскопичность; конструкция зернохранилища должна препятствовать попаданию в зерно хлебных вредите-

лей и их размножению; должны быть предусмотрены условия для проведения обеззараживания, борьбы с грызунами и птицами, вентилирования и газации зерна и всего хранилища.

Для выполнения требований *экономического характера* все технологические операции должны обеспечивать максимально высокую производительность труда, снижение издержек обращения и сроков выполнения работ.

Для качественной очистки и сушки зерна в элеваторе необходимо, чтобы состав и производительность зерноочистительного и зерносушильного оборудования соответствовали количеству поступающего зерна. Должно быть предусмотрено достаточное количество изолированных мест хранения для размещения отдельных партий зерна. Элеваторы должны отвечать требованиям правил охраны труда и техники безопасности.

3.1.4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Материал для строительства элеватора выбирают, исходя из необходимости обеспечения надежного хранения зерна в сilosах в течение длительного периода, что достигается надлежащей защищкой его от атмосферных осадков, резких изменений температуры внешней среды и вредителей хлебных запасов. При этом должны быть обеспечены высокая степень механизации строительства, достаточная прочность, огнестойкость и долговечность сооружений при наименьших затратах материалов, труда и денежных средств.

Строят элеваторы из железобетона (монолитные или сборные) и металла (способами навивки или рулонирования).

Железобетон наиболее приемлем для строительства элеваторов, так как его применение обеспечивает высокую степень механизации строительных работ, а сами сооружения отвечают всем требованиям, предъявляемым к элеваторам, отличаются большой прочностью, долговечностью и при надлежащем качестве строительства и правильной эксплуатации обеспечивают сохранность размещенного в них зерна.

3.1.5. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ЭЛЕВАТОРОВ

Элеватор обеспечивает полную сохранность зерна и улучшение его качества благодаря полной механизации производственных процессов и автоматизации управления ими, поэтому это наиболее совершенный тип зернохранилищ.

В зависимости от назначения и условий работы элеватора устройство и набор его оборудования могут значительно меняться,

обеспечивая тесную увязку между собой технологического и транспортирующего оборудования.

Производственный центр элеватора — это *рабочее здание*. С ним связаны все остальные цеха и участки, здесь установлено основное транспортирующее и технологическое оборудование, предназначенное для обработки зерна: нории, весы, зерноочистительные машины, зерносушилки, приводные и натяжные станции надсилосных, подсилосных и приемных конвейеров и др.

В зависимости от объемно-планировочного решения различают два типа рабочих зданий: отдельно стоящее рабочее здание; здание, сблокированное с силосными корпусами.

Быстрее и с меньшими затратами строят отдельно стоящее рабочее здание, однако здание, сблокированное с силосными кор-

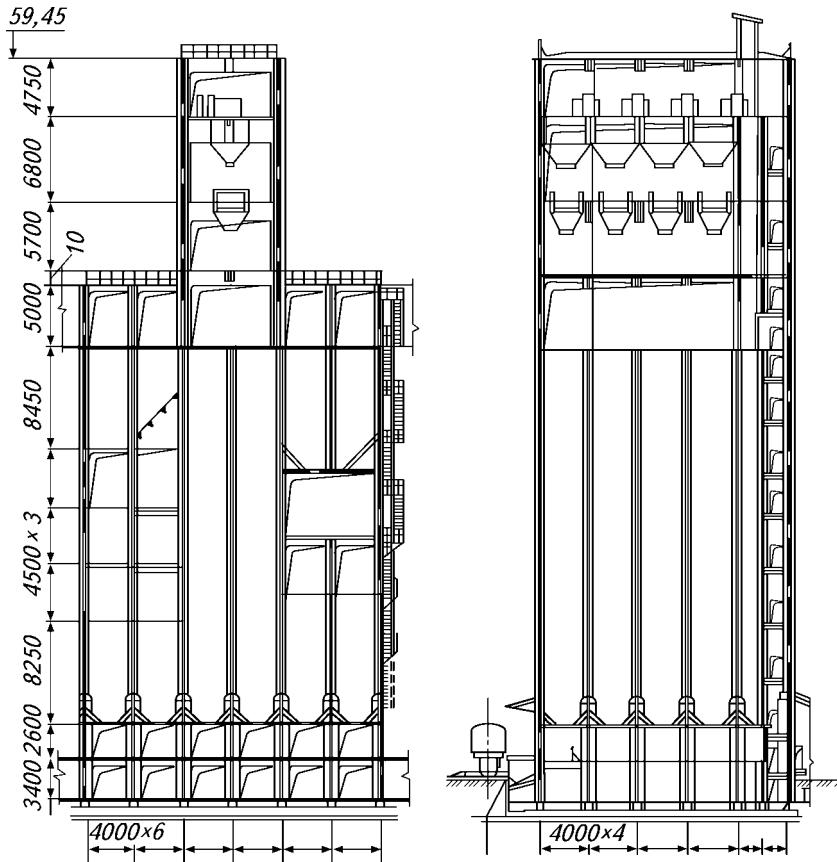


Рис. 3.3. Монолитное рабочее здание сблокированного типа

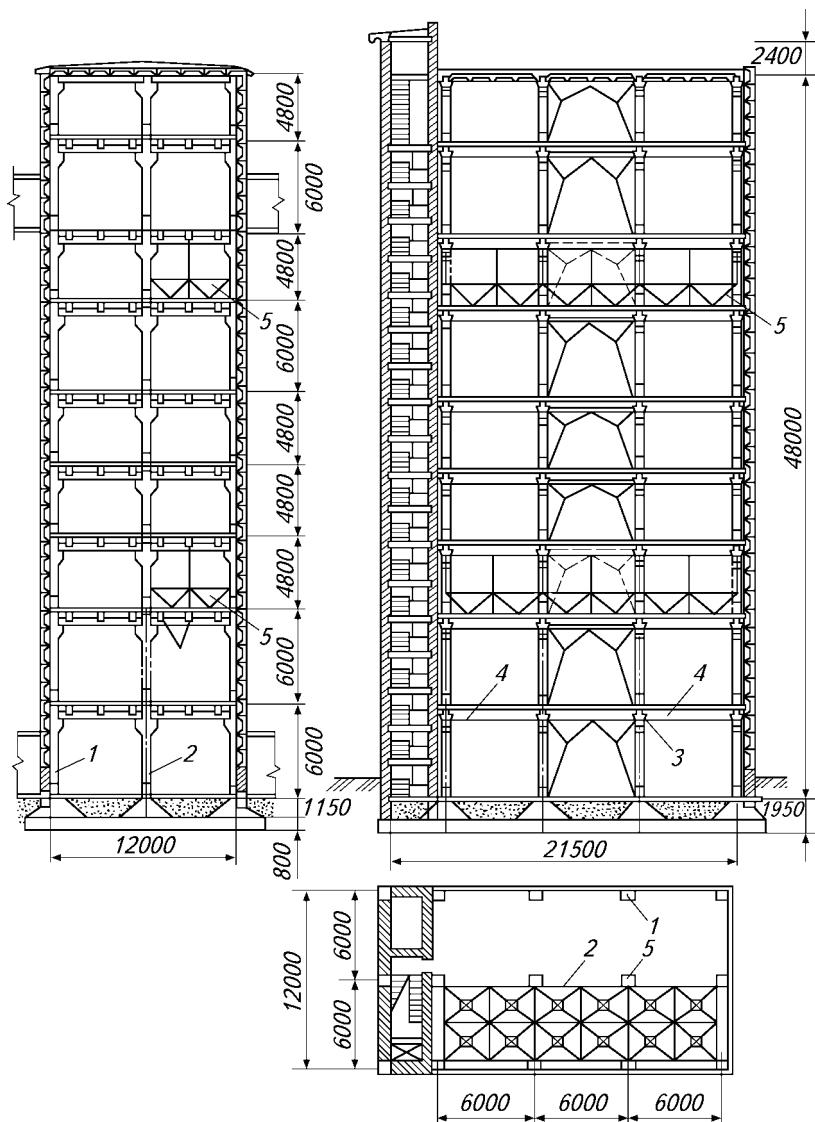


Рис. 3.4. Сборное рабочее здание каркасного типа:

1, 2 — колонны; 3 — ригели; 4 — балки; 5 — стальные бункера

пусами, более устойчиво к воздействию сейсмических нагрузок. Строительство зданий второго типа требует значительного расхода строительных материалов и ведется более продолжительное время.

По способу строительства рабочие здания могут быть монолитными (рис. 3.3) и из сборного железобетона (рис. 3.4).

И те и другие могут быть отдельно стоящими или блокированными с силосными корпусами. Монолитные рабочие здания строят с применением скользящей опалубки.

Сборные рабочие здания могут быть каркасными или бескаркасными. Если рабочее здание проектируют отдельно от силосных корпусов, на элеваторах большой вместимости (свыше 100 000 т) применяют каркасную схему. Рабочие здания, блокированные с силосными корпусами, проектируют бескаркасными.

В зависимости от назначения элеваторы могут быть *однобашенные*, *двухбашенные* и *безбашенные*, в которых зерно можно хранить как в силосах, так и на полу. Находят применение самотечные элеваторы.

Расположение силосных корпусов по отношению к рабочей башне может быть однокрылое и двухкрылое. Положительно зарекомендовали себя при хранении сухого и очищенного зерна металлические зернохранилища.

3.1.6. КОНСТРУКЦИЯ СИЛОСОВ И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ

Главная составная часть элеватора — *силосный корпус*. Сохранить зерно без потерь и ухудшения качества — главная задача силосного корпуса.

Устройство и конструкция силосного корпуса должны отвечать следующим требованиям: защищать зерно от атмосферных осадков, быстрых изменений наружной температуры и вредителей хлебных запасов; не допускать конденсации паров воды на внутренних поверхностях и проникновения вредителей; не задерживать зерно при опорожнении силоса; быть безопасным в пожарном отношении; иметь оптимальные экономические показатели.

Силосный корпус состоит из трех основных частей:

надсилосной галереи, в которой расположены надсилосные конвейеры со сбрасывающими тележками, служащими для направления зерна из рабочего здания в силосы;

силосов [вертикальный силос представляет собой сооружение, состоящее из верхней части постоянного поперечного сечения (круглой, квадратной, прямоугольной или многоугольной) и нижней разгрузочной секции, выполненной, как правило, в виде конусовидной воронки];

подсилосного (цокольного) этажа или подсилосной галереи, в которой располагаются днища силосов и подсилосные конвейеры, служащие для разгрузки силосов.

Силосные корпуса возводят на монолитной железобетонной (безбалочной) фундаментной плите толщиной 40...50 см. При этом особые требования предъявляют к монолитности плиты, что обеспечивается строгим соблюдением технологии бетонирования. В некоторых случаях фундаментная плита может быть сборно-монолитной.

Силосы в поперечном сечении могут иметь различную форму и размеры (рис. 3.5): круглые, квадратные, прямоугольные, многоугольные (шести-, восьми-, двенадцатигранные). Наибольшее распространение получили силосы круглого сечения диаметром 6, 9, 12 м. Построено несколько силосов монолитной конструкции, в которых диаметр силоса составляет 18 м, вместимость — 16 000 т. Для небольших силосов применяют квадратное сечение со сторонами 3...4 м. Силосы другой формы широкого распространения не получили.

Высоту силосов выбирают максимально возможной, исходя из допустимых удельных давлений на грунт для уменьшения затрат на строительство. Обычно высота силоса составляет 25...30 м, а в отдельных случаях — до 50 м и более.

Как правило, силосы располагают в ряд, но возможны и другие варианты расположения: шахматное; силосы, соединенные между собой простенками; отдельно стоящие силосы и др. При соответ-

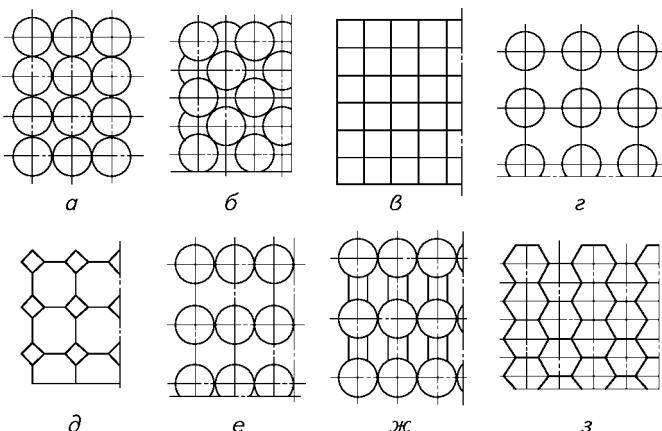


Рис. 3.5. Форма и расположение силосов:

а — рядовое; б — шахматное; в — квадратное; г, д, е — круглые и восьмигранные; ж — круглые силосы со вставками между ними; з — шестигранные

ствующем расположении круглых силосов образуются промежуточные силосы, называемые «звездочками».

Исходя из вместимости элеватора, размеров и формы строительной площадки, удобства увязки силового корпуса с рабочим зданием, определяют число рядов силосов. Корпуса с круглыми силосами имеют от 3 до 6 рядов, с квадратными — от 3 до 12. В зависимости от числа рядов силосов в корпусах элеватора устанавливают необходимое число над- и подсилосных конвейеров, каждый из которых обслуживает 2...3 ряда силосов.

3.1.7. ЗАГРУЗКА И РАЗГРУЗКА СИЛОСОВ

Все оборудование элеватора должно быть увязано в единое целое с учетом производительности всех предшествующих и последующих транспортных систем. На рис. 3.6 приведена типовая схема движения зерна на элеваторе.

На элеваторе транспортное, весовое и вспомогательное оборудование обычно находится внутри рабочего здания (рабочей башни). После выгрузки зерно транспортируется первой норией 3 (см. рис. 3.6) в надвесовые бункера, из которых оно поступает на весы 7, а затем в подвесовые распределительные бункера, расположенные под весами.

Второй норией 3 зерно снова транспортируется в верхнюю часть элеватора, где поступает на ленточный или скребковый конвейер 4 и направляется в определенный бункер.

При отпуске зерно через выпускное отверстие силоса подается на нижний конвейер 5 и с него на норию 3, которая подает зерно в

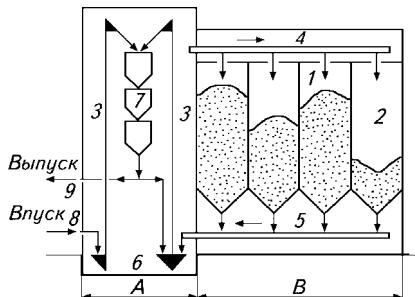


Рис. 3.6. Схема движения зерна на элеваторе:

A — рабочая башня (рабочее здание); B — силосный корпус; 1 — цилиндрический силос с выпускной воронкой; 2 — промежуточный силос («звездочка»); 3 — нория; 4 — надсилосный конвейер; 5 — подсилосный конвейер; 6 — приемный бункер нории; 7 — весовое оборудование с надвесовым и подвесовым бункерами; 8 — устройство для приемки зерна; 9 — отпускное самоочечное устройство

надвесовой бункер, затем на весы 7, распределительное устройство и в отпускное самотечное устройство.

Загрузка и разгрузка силосов являются сложными процессами, так как давление хранящихся продуктов на днище и стены силоса изменяется при этом от устойчивого статического и динамического до неустановившегося.

При загрузке струя зерновой смеси, падающая в силос, по мере увеличения скорости падения встречает все возрастающее сопротивление воздушной среды, которое оказывает тормозящее действие на все составные части поступающей смеси. При этом смесь начинает расслаиваться (рис. 3.7): наиболее крупные и полноценные зерна и семена, минеральные примеси незначительно отклоняются от теоретической траектории и падают на вершину конуса зерновой массы, а более легковесные зерна и примеси отклоняются в стороны от траектории тем больше, чем больше их парусность, и падают на середину поверхности зернового конуса и около стен силосов. Все это приводит к тому, что зерновая насыпь, заполняющая силос, становится неоднородной. Поскольку при этом крупные легковесные примеси под влиянием воздушного потока, создаваемого падающей струей смеси, скользят и скатываются по конусной поверхности к его основанию — к стенам силоса, то в зерне, находящемся у стен, оказывается большое количество примесей, что делает его более подверженным самосогреванию, слеживанию, ухудшает аэрацию и т. д.

Для устранения некоторых последствий этих явлений в практике используют разные способы заполнения силосов, например заполнение разбрасыванием, заполнение в нескольких точках и др.

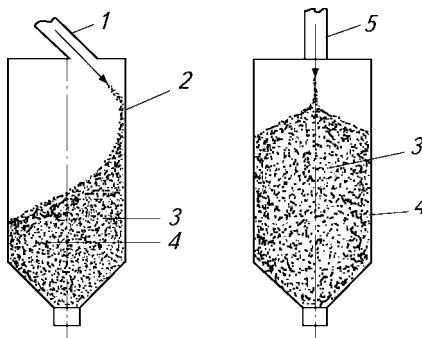


Рис. 3.7. Заполнение силоса и расслоение материала:

1 — наклонный самотек; 2 — избыточный износ стены; 3 — мелкие частицы; 4 — крупные частицы; 5 — центральное заполнение

Разгрузка силоса часто представляет собой значительно более трудный процесс, чем заполнение, так как на процесс выпуска продукта из силоса влияют метод заполнения, характеристики продукта, геометрия силоса, форма выпускной воронки, расположение выпускного отверстия.

Для облегчения выпуска зерна днища силосов выполняют в виде конуса или пирамиды с отверстиями для присоединения самотечных труб. Чтобы обеспечить нормальное истечение зерна средней сухости и засоренности, минимальный угол наклона днищ принимают равным 36° , для сырого зерна угол наклона увеличивают до 45° . Наклонные днища можно изготавливать сборными из железобетонных плит. Многие силосы вместо устройства наклонных днищ оборудуют специальными металлическими или железобетонными выпускными воронками.

Профиль выпускной воронки имеет первостепенное значение для процесса выгрузки, так как он должен соответствовать характеру истечения, поведению хранящегося продукта и трению продукта о стену. Хорошие характеристики истечения возможны только в том случае, если конструкции воронки и выпускного отверстия подобраны правильно.

Свободная площадь отверстия воронки должна быть достаточно большой, чтобы истечение сыпучего продукта никогда не блокировалось.

3.1.8. ТИПИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТЕЧЕНИЯ ЗЕРНА

При выпуске зерна из силоса возможны два вида истечения.

1. Первоначально зерновой столб вытекает из центральной части, а потом уже в образовавшуюся воронку постепенно стекает зерно с периферии (рис. 3.8, *a*). Этот вид выпуска продукта из си-

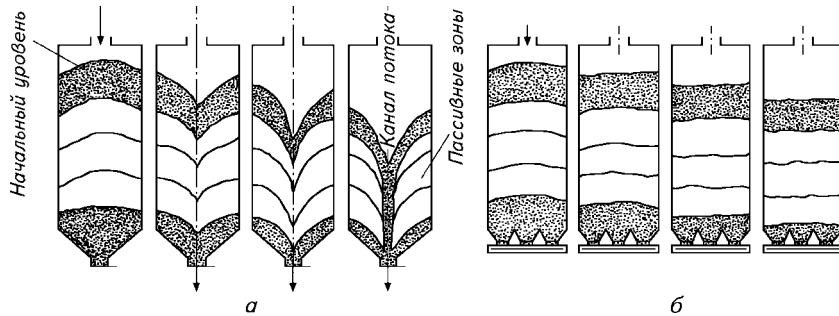


Рис. 3.8. Схемы истечения зерна из силоса:

a — центральный поток по принципу «первый на входе — последний на выходе»; *б* — массовый поток по принципу «первый на входе — первый на выходе»

лоса называют *центральным потоком*. Сначала выгрузка после открытия выпускного отверстия обусловлена полным разрыхлением продукта непосредственно над отверстием, при этом образуется центральный столб или воронка, которая устойчиво продвигается вверх с незначительным увеличением диаметра до тех пор, пока не достигнет поверхности насыпи и не образуется конусная впадина. При этом уровень свободной поверхности не понижается. Продукт выходит из силоса из-за уменьшения уплотнения насыпи в центральной воронке. Впоследствии диаметр воронки возрастает по мере того, как впадина достигает стен силоса. Продукт располагается на поверхности приблизительно под углом естественного откоса и скользит с верхней части столба в центр воронки. В данном случае продукт, первым поступивший в силос, выходит из него последним. Этот вид истечения наиболее типичный. Его можно использовать только для продуктов, обладающих хорошей сыпучестью и состоящих из крупных частиц с минимальной опасностью сводообразования.

2. При разгрузке силоса вся масса продукта перемещается одновременно по направлению к выпускному отверстию. Такой вид истечения называется *массовым потоком* (рис. 3.8, б). При этом сечения потока остаются в основном горизонтальными, и первоначальный профиль поверхности при движении вниз сохраняется. Поток перемещается вдоль стен, а также в центральной зоне силоса, и продукт, который входит в силос первым, первым и выходит из него.

Недостатки такого истечения: продукт в силосе находится более длительный период; повышается опасность ухудшения его качества; возможны нежелательные химические реакции, самосогревание и расслоение продукта.

Преимущества массового потока по сравнению с центральным: ограничено расслоение продукта, так как продукт, который первым поступает в силос, в первую очередь выходит из него; замедляется перемещение более крупных частиц, так как внутреннее трение ограничено; уменьшается опасность завала, так как во время истечения продукт постоянно скользит вдоль стен.

Недостатки массового потока: дороговизна силоса, обусловленная нестандартной формой выпускной воронки и разгрузочной задвижки; возрастает давление продукта на стены силоса; выпускное отверстие должно быть достаточно большим.

Для устранения динамического давления на стены силосов при выгрузке продукта возможно несколько решений: через разгрузочную трубу, через «звездочку», через внутренний силос.

Метод загрузки силосного корпуса зависит от его формы. Например, загрузка элеватора из кольцеобразных силосных корпусов вместимостью 30 000 т происходит из одного центра по радиаль-

ным самотечным трубам без верхних конвейеров и сбрасывающих тележек, при этом обеспечивается полное заполнение всего объема.

В типовых проектах металлических силосов вместимостью 2550 и 3000 т для их загрузки предусмотрен на верхней открытой галерее цепной конвейер. Зерно выгружается из силоса через восемь выпускных отверстий с металлическими воронками. Основная масса продукта выгружается из силоса самотеком через две центральные выпускные воронки с задвижками, работающими от электропривода. Под остальными шестью воронками установлены задвижки с ручным управлением. В нижней проходной галерее расположен ленточный конвейер для выгрузки зерна из силосов. На пульте управления предусмотрена сигнализация об открытии и закрытии всех задвижек. Остатки зерна из силосов (приблизительно 20 % общей вместимости) выгружают при помощи аэрожелобов закрытого типа.

3.1.9. ПОБУДИТЕЛИ И РАЗГРУЗИТЕЛИ

Если содержимое силоса можно выгрузить равномерно самотеком, то такое сочетание конструкций выпускной воронки и выпускного отверстия считается идеальным. На практике большая часть продуктов при хранении склонна к сводообразованию, что затрудняет его истечение при выгрузке.

Одним из путей стимулирования выгрузки продуктов из силосов является применение выпускных воронок специальной конструкции (обеспечение острого угла выпускной воронки; применение зон сброса давления в выпускной воронке и др.). Другие методы облегчения выгрузки продуктов включают применение специальных механических устройств, устанавливаемых внутри или снаружи выпускной воронки. Основной принцип их работы состоит в уменьшении давления продукта на выпускное отверстие путем создания зон сброса давления, включая предотвращение сводообразования и стимулирование массового потока.

Внутренние побудители потока. Существует несколько способов побуждения продуктов к движению:

устройство в силосе или выпускной воронке отверстий, через которые можно разрушать свод металлическими прутьями;

окрашивание полосами внутренних стен силоса износостойкими красками. Возникающая при этом неодинаковая шероховатость внутренних стен обеспечивает разное трение между продуктом и стенкой, что интенсифицирует процесс истечения;

покрытие внутренних стен силоса стальными листами, пластиком, резиной или базальтовыми кирпичами.

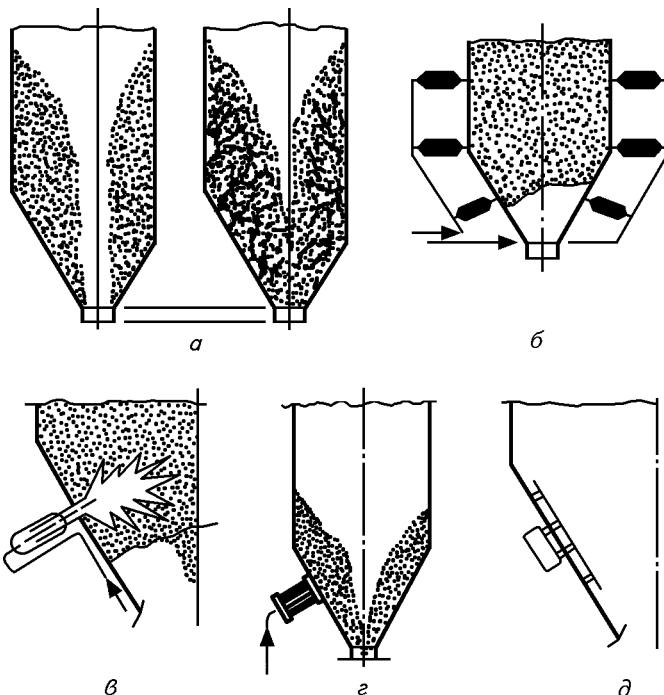


Рис. 3.9. Побудители потока для активизации выпуска материала из силоса:

а — наполнение воздухом прокладки; *б* — побудители с применением диоксида углерода; *в* — система импульсной продувки; *г* — пневматический ударник; *д* — вибрирующая пластина на стене силоса

Для активизации выпуска материала из силоса могут быть использованы различные *побудители*, устанавливаемые внутри силоса (рис. 3.9). Прокладки из резины высокой упругости, наполняемые сжатым воздухом, крепят к стенам силоса посредством металлических фланцев. Если возникает опасность образования свода, эти прокладки подают воздух, предотвращая тем самым возможное уплотнение материала в силосе. Трубы со сжатым воздухом для импульсной продувки проводят через стены силоса в зоны возможного свodoобразования.

Продувкой можно управлять посредством клапанов вручную или дистанционно при помощи автоматики.

Применение *псевдоожижения* может способствовать решению проблем выгрузки при существующих выпускных воронках без значительных изменений их конфигурации.

Применение вибраторов может значительно уменьшить сопротивление сдвигу материала, находящегося в силосе. Для побужде-

ния продукта к истечению широко используют вибрационные устройства, воздействующие на сыпучую массу (рис. 3.10).

Вибрация как средство побуждения продукта в сilosах к истечению может осуществляться разными способами: silos подвергается вибрации в вертикальном направлении, в горизонтальном направлении, в наклонной плоскости, в некоторых случаях вибрируют стенки выпускной воронки и др. Выбор вибраторов зависит от различных факторов: размера, формы и конструкционного материала silosa, угла, толщины и жесткости стен выпускной воронки, характеристик продукта (влажность, температура, степень уплотнения).

Для активизации разгрузки silосов можно также использовать вибробункера.

Шнеки, вращающиеся одновременно вокруг собственной оси и внутренней стенки выпускной воронки, с успехом используют для выгрузки трудносыпучих продуктов. Существуют и другие конструкции шnekовых разгрузителей.

Внешние побудители потока. Для регулирования производительности при разгрузке silosa используют транспортирующую способность приемных транспортеров. Контроль и регулирование истечения осуществляют при помощи специальных устройств.

Самый простой способ опорожнения silosa — с помощью обычного клапана или задвижки, которыми управляют вручную или посредством электродвигателя, пневматического или гидравлического цилиндров.

На рис. 3.11 приведено несколько моделей побудителей, которые широко используют в зерноперерабатывающей промышленности. Их форма, размер и техническое исполнение могут варьировать, и все они имеют как достоинства, так и недостатки.

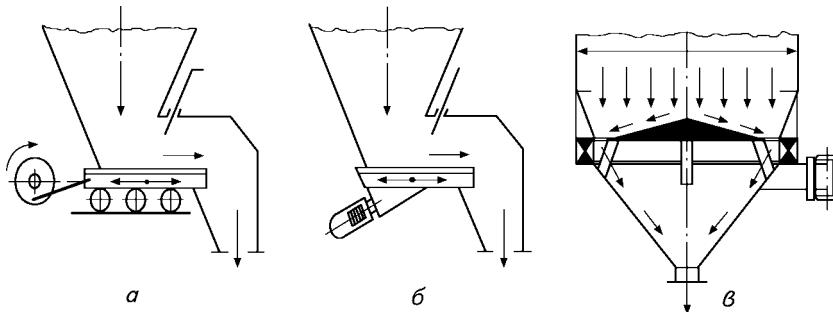


Рис. 3.10. Схемы виброразгрузителей:

а — лотковый разгрузитель, совершающий возвратно-поступательное движение; б — виброразгрузитель, при колебаниях которого материал перемещается по лотку; в — вибрирующая выпускная воронка

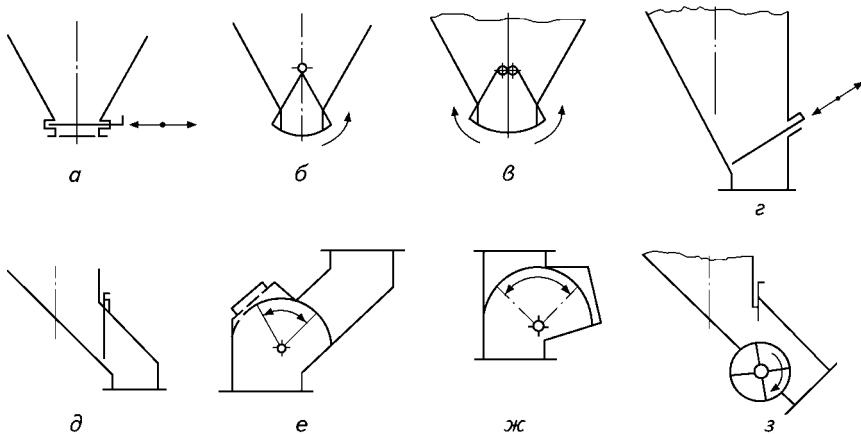


Рис. 3.11. Схемы затворов выпускных отверстий:

а — горизонтальная задвижка; *б* — секторная заслонка; *в* — сдвоенная секторная заслонка; *г* — наклонная заслонка; *д* — вертикальная заслонка; *е*, *ж* — вращающиеся заслонки; *з* — вращающаяся лопастная заслонка

Находят применение также шлюзовые, скребковые, ленточные, винтовые, плогообразные, с подвижным днищем и другие разгрузители.

При выборе определенной системы необходимо учитывать не только первоначальную стоимость, но также и затраты энергии при эксплуатации. Для сравнения работы различных разгрузителей следует тщательно исследовать все факторы: стоимость ремонтного обслуживания, доступность отдельных узлов для ремонта или замены при заполненном силосе, равномерность истечения и обеспечение идеального массового потока.

3.1.10. ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ЗЕРНА В СИЛОСАХ

Для вентилирования зерна в силосах элеваторов используют технические средства двух типов: с вертикальным (продольным) и горизонтальным (поперечным) продуванием насыпи.

В установках с вертикальным продуванием насыпи (напорных) воздух подают через несложное воздухораспределительное устройство, расположенное в нижней части силоса и соединенное с напорным вентилятором. Нагнетаемый вентилятором через распределительное устройство воздух проходит сквозь насыпь вдоль силоса в вертикальном направлении и выходит наружу через специальный патрубок в надсилосном помещении.

Разработаны напорно-вытяжные установки с вертикальным продуванием насыпи (рис. 3.12). Здесь воздух нагнетается в силос напорным вентилятором снизу, но одновременно с этим другой вентилятор отсасывает (вытягивает) воздух сверху силоса или по этажам и выбрасывает его за пределы надсилосной галереи.

Достоинства установок с вертикальным вентилированием насыпи: простота конструкции; не требуют больших капиталовложений; недостатки: повышенный расход электроэнергии на продувку слоя высотой 30...40 м; не всегда обеспечивается достаточная эффективность процесса, так как нижние слои продукта в силосе лучше охлаждаются и подсушиваются; при продувании зерна повышенной влажности наблюдается перераспределение влаги по высоте силоса и увлажнение верхних слоев насыпи. Чем выше в силосе насыпь и влажность зерна, тем перераспределение влаги более выражено.

В установках с горизонтальным (поперечным) продуванием насыпи (рис. 3.13) по всей высоте силоса располагают вертикальные подводящие и отводящие каналы. Первые соединяют с напорным вентилятором, вторые — с отсасывающим. Напорный вентилятор нагнетает в насыпь воздух, который пронизывает ее поперек силоса в горизонтальном направлении и выводится по отводящим каналам за пределы элеватора.

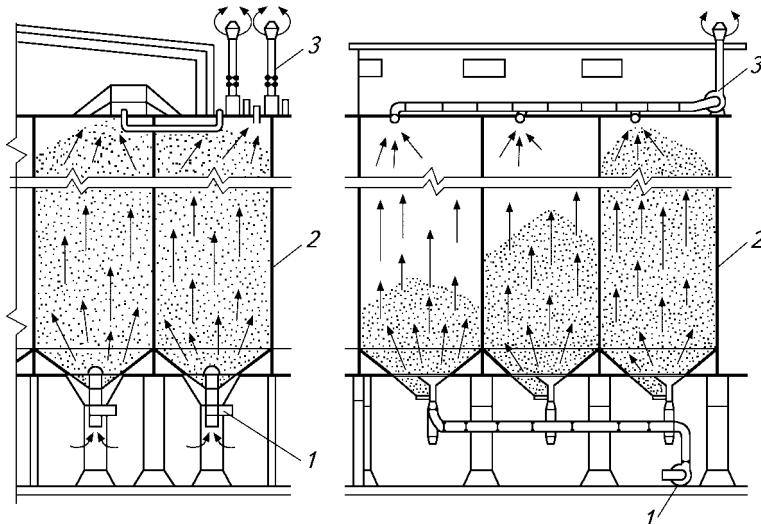


Рис. 3.12. Схема напорно-вытяжной установки для вентилирования зерна вдоль силоса:

1 — вентилятор; 2 — силос; 3 — вытяжная труба

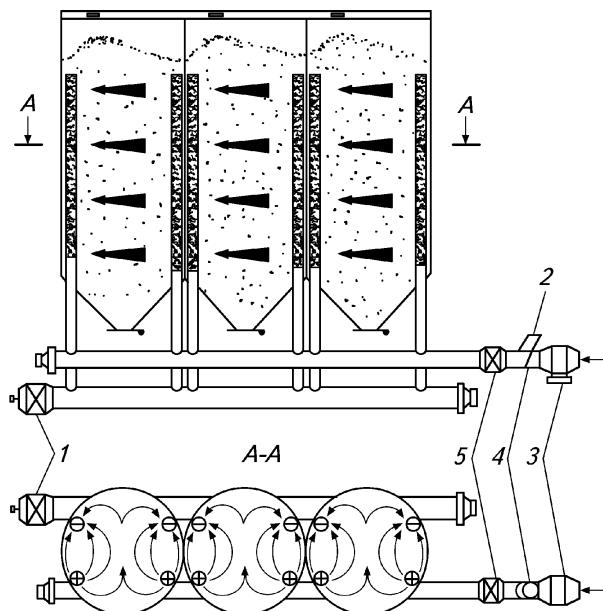


Рис. 3.13. Схема напорно-вытяжной установки для вентилирования зерна поперек силоса с применением перфорированных трубопроводов:

1 — вытяжной вентилятор; 2 — патрубок для забора атмосферного воздуха; 3 — воздухоохладитель; 4 — перекидная заслонка; 5 — напорный вентилятор

Установки с горизонтальным продуванием насыпи в сilosах из-за небольшого расхода электроэнергии эффективнее по сравнению с установками с вертикальным вентилированием. Однако их система подводящих и отводящих каналов значительно усложняет конструкцию и уменьшает полезную вместимость silosa.

В настоящее время широкое распространение для вентилирования зерновой насыпи элеватора атмосферным или предварительно подогретым воздухом нашли установки У1-УВС в пяти исполнениях. Их можно использовать на существующих и вновь возводимых элеваторах. Для вентилирования зерна в металлических silosах без его перемешивания можно использовать аэродинамические днища с аэрожелобами У1-УДУ и У1-УДА.

3.1.11. РАЗМЕЩЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Размещение норий. Основными транспортными машинами, которые участвуют во всех операциях с зерном и определяют тип и мощность рабочего здания элеватора, являются *нории*,

которые по характеру выполняемых операций подразделяются на специализированные и универсальные.

Первые предназначены для выполнения одной определенной операции, например приемки, отпуска, очистке зерна, сушки и т. д.; вторые — для выполнения почти всех операций.

С одной стороны, использование специализированных норий увеличивает оперативные возможности элеватора, так как любую операцию с зерном можно выполнять независимо от других; с другой, во-первых, специализация норий увеличивает их общее число в рабочем здании элеватора и в некоторых случаях приводит к увеличению размеров рабочего здания; во-вторых, уменьшается коэффициент использования норий.

При использовании универсальных норий значительно уменьшаются размеры рабочего здания, а следовательно, его стоимость; увеличивается коэффициент их использования; элеваторы с такими нориями проще в эксплуатации; для их обслуживания требуется меньше персонала.

К недостаткам универсальных норий можно отнести некоторую сложность управления технологическими процессами.

В настоящее время при проектировании и строительстве элеваторов в большинстве случаев предусматривают универсальные нории.

В зависимости от места установки весов в схеме подъем зерна нориями может быть одноступенчатым и двухступенчатым.

Если весы установлены в рабочем здании выше надсилосного этажа, то поднятое зерно после взвешивания может быть самотеком направлено в надсилосные конвейеры и далее в силосы или на другие операции, таким образом, здесь используется *одноступенчатый* подъем зерна нориями.

Недостаток этой схемы — увеличение высоты рабочего здания; достоинства — простота и возможность организации взвешивания зерна при любой операции.

Если весы установлены ниже надсилосного этажа, то применяют *двухступенчатый* подъем зерна нориями. При этом для направления зерна после взвешивания на любую операцию или в силосы на хранение дополнительно устанавливают норию второго подъема.

Такая схема позволяет снизить общую высоту рабочего здания, что является ее достоинством. К недостаткам схемы относятся: увеличение общего числа норий и размеров здания в плане, усложнение технологической схемы элеватора, уменьшение вместимости над- и подсепараторных бункеров, повышенный расход электроэнергии в связи с увеличением количества оборудования.

Нории производительностью 100, 175 т/ч, как правило, располагают вдоль рабочего здания с поворотом потока зерна на 90°, а

производительностью 350, 500 т/ч — поперек рабочего здания в специальных шахтах.

Установка весов. Весы устанавливают на элеваторе для учета количества поступающего и отгружаемого зерна, взвешивания зерна на операциях, оперативного учета зерна, хранящегося в каждом силосе.

Весы при одноступенчатой схеме элеватора устанавливают в верхней части рабочего здания; при многоступенчатой — в центральной или нижней.

На элеваторах используют весы двух типов: порционные (автоматические) и ковшовые. В связи с внедрением полного дистанционного управления процессом взвешивания на элеваторах предпочтение отдают автоматическим порционным весам. Эти весы оборудуют надвесовыми и подвесовыми бункерами, что обеспечивает их непрерывную и устойчивую работу. Автоматические весы удобны в работе и просты в эксплуатации, занимают сравнительно небольшой объем помещения, практически полностью исключают обслуживающий персонал.

Ковшовые весы дают точные показания, но сложны в эксплуатации и требуют большой площади и высоты помещения. Подвесовые бункера над ковшовыми весами не устанавливают, так как они увеличивают высоту рабочего здания на 5...6 м. Отсутствие подвесового бункера компенсируют установкой транспортного оборудования, которое принимает зерно после весов и более производительно, чем основные нории.

Размещение зерноочистительных машин. Зерноочистительные машины применяют на элеваторах для отделения от зерновой массы посторонних примесей.

Первичная очистка зерна ведется на *ворохоочистителях*, которые устанавливают в приемном устройстве с автомобильного транспорта или в отдельно стоящем здании рядом с рабочим зданием на линии приемки зерна. Размещать ворохоочистители в рабочем здании нежелательно, так как в процессе работы они выделяют большое количество примесей и пыли, что ухудшает санитарно-гигиенические условия в рабочих помещениях.

Вторичную очистку зерна проводят на *зерноочистительных воздушно-ситовых сепараторах* различной конструкции.

Размещают сепараторы в рабочем здании элеватора на уровне средней части силосов, что дает возможность очищать зерно в потоке, одновременно взвешивая его.

Чтобы обеспечить независимость работы технологического оборудования от загрузки универсальных норий, над и под сепараторами устраивают специальные оперативные бункера, называемые соответственно над- и подсепараторными (рис. 3.14). Эти бункера необходимы также для того, чтобы использовать в одном

Рис. 3.14. Размещение зерноочистительного оборудования в рабочем здании элеватора:

1 — автоматические весы; 2 — сепаратор; 3 — надсепараторные бункера; 4 — подсепараторные бункера

потоке транспортирующее и зерноочистительное оборудование с разной производительностью и чтобы регулировать производительность сепараторов.

Для удобства обслуживания сепараторы располагают, как правило, на одном этаже. Если сепараторов много, их располагают на двух этажах.

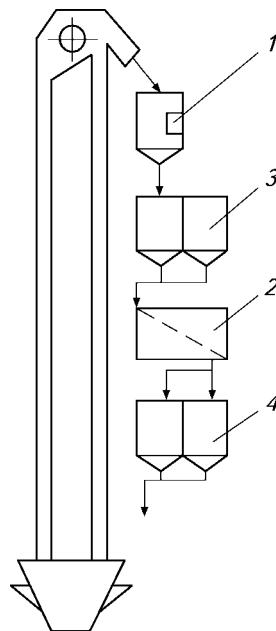
На элеваторах из отходов извлекают нормальное зерно. Для этого кроме основных сепараторов на отдельном этаже под основными сепараторами устанавливают *контрольные сепараторы* небольшой производительности. В них направляют смесь отходов с подсевных сит и из аспирационных камер основных сепараторов. Для выделения длинных и коротких примесей из зерновой массы на этаже, где располагаются контрольные сепараторы, устанавливают *триеры*.

Размещение конвейеров и распределительных устройств. Конвейеры различных конструкций применяют для связи рабочей башни с другими сооружениями элеватора (силосными корпусами, зерносушилками, приемными устройствами и др.).

Наиболее широкое применение в элеваторах нашли ленточные конвейеры.

Сбрасывающие устройства конвейеров, подающих зерно к нориям из приемных устройств силосных корпусов и зерносушилок, устанавливают в рабочем здании элеватора на этаже, где размещаются башмаки норий. Приемные устройства конвейеров, передающие зерно из-под весов или из специальных бункеров в силосные корпуса, надсушильные и отпускные бункера, располагают на уровне надсилосного этажа.

В связи с использованием в элеваторах универсальных норий возникла необходимость в установке специальных *распределительных устройств* для направления зерна с любой точки нории на выполнение заданной операции (в силосы, на очистку, сушку, отгрузку). В качестве распределительных устройств применяют распределительные поворотные трубы, которые устанавливают под потолком распределительного этажа (при производительности но-



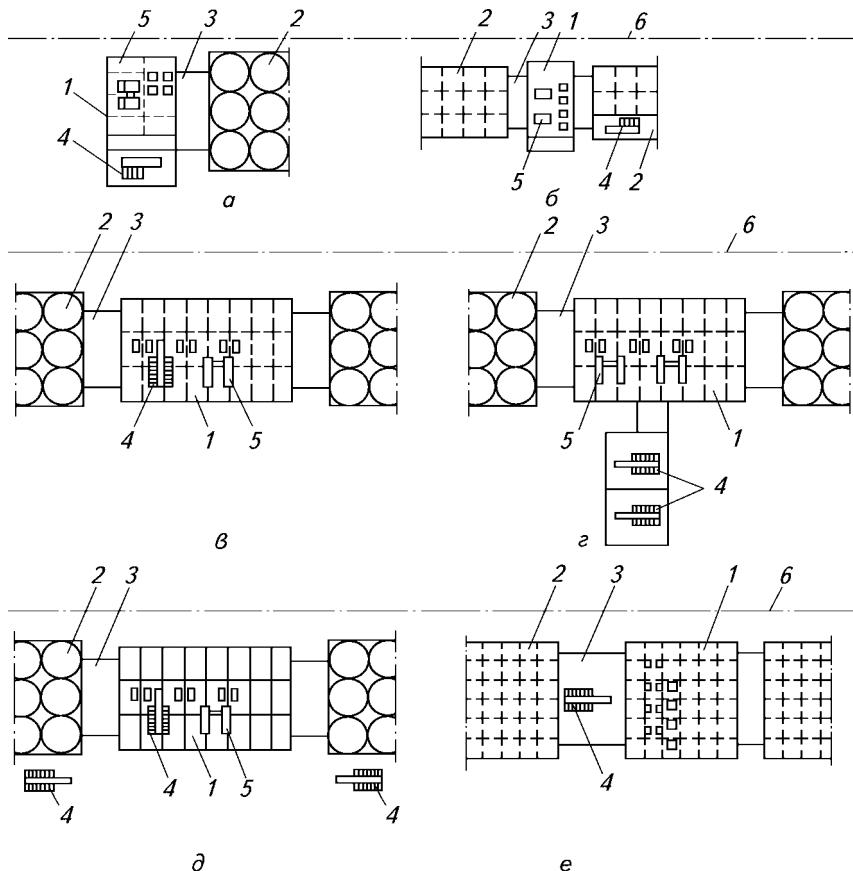


Рис. 3.15. Размещение зерносушилки в элеваторе:

a — на одной фундаментной плите с рабочим зданием (через лестничную клетку); *б* — в силосном корпусе; *в* — в рабочем здании; *г* — в отдельном здании; *д* — в рабочем здании и около силосного корпуса (открытого типа); *е* — между рабочим зданием и силосным корпусом; 1 — рабочее здание; 2 — силосный корпус; 3 — соединительная галерея; 4 — зерносушилка; 5 — сепаратор; 6 — железнодорожный путь

рий 100, 175 т/ч) или на отдельном этаже (при производительности норий 350 т/ч и более). Зерно из распределительных устройств к месту назначения подают самотечными трубами.

Р а з м е щ е н и е з е р н о с у ш и л о к . Зерносушилка входит в состав современных элеваторов в качестве самостоятельного производственного участка.

Размещение зерносушилки зависит от местных условий, производительности основного оборудования, количества зерна и продолжительности сушки.

Для нормальной работы зерносушилки и элеватора предусматривают специальные бункера, в которых размещают сырое и просушенное зерно.

Зерносушилки размещают на элеваторах по одной из шести схем (рис. 3.15). Схема, приведенная на рис. 3.15, *а*, характерна для мукомольных и базисных элеваторов, схему на рис. 3.15, *б* применяют на хлебоприемных элеваторах. Третья схема (рис. 3.15, *в*) нашла достаточно широкое применение на мукомольных элеваторах; четвертая (рис. 3.15, *г*), предусматривающая установку зерносушилок в отдельном цехе, на хлебоприемных элеваторах.

В случае использования на элеваторе зерносушилки открытого типа (рис. 3.15, *д*, *е*) последнюю располагают либо около силосного корпуса и рядом расположенные силосы выполняют роль над- и подсилосных бункеров, либо между рабочим зданием и силосным корпусом.

Возможны и другие варианты размещения зерносушилок, которые определяются специфическими возможностями данного элеваторного комплекса.

3.1.12. АВТОМАТИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ НА ЭЛЕВАТОРЕ

Технологический процесс на элеваторе характеризуется большим количеством транспортных маршрутов, по которым осуществляются приемка, размещение и отпуск зерна. Задвижку под опорожняемым силосом считают началом маршрута, а верхний датчик заполняемого силоса — окончанием маршрута. Включение транспортных и технологических машин в определенной последовательности и подачу зерна в требуемом количестве из участка разгрузки к месту загрузки обеспечивает дистанционное автоматическое управление. Управление материальными потоками связано с переключением направления движения сырья и готовой продукции.

Эти операции выполняют *регулирующие органы* (задвижки и клапаны), управляемые при помощи *исполнительных механизмов*. Широкое распространение на элеваторах получили компактные, простые и дешевые автоматизированные исполнительные механизмы, которые развивают достаточные усилия для регулирования степени открытия и закрытия задвижек; надежные датчики уровня зерна и продуктов его переработки с подачей соответствующих импульсов на автоматическое закрытие задвижек и остановку машин при возникновении препятствий для прохождения потока зернопродуктов по маршруту; влагомеры зерна, способные автоматически контролировать его влажность при сушке, и др.

В настоящее время техника контроля за работой предприятий по хранению и переработке зерна достигла заметного прогресса. Промышленность перешла от использования персонала на местах к дистанционному и автоматическому контролю, изучаются возможности контроля на базе микропроцессоров и программируемых логистических контроллеров, что является значительным техническим достижением.

На хлебоприемных предприятиях осуществляется комплексная автоматизация на всех участках при помощи систем диспетчерского автоматизированного управления (ДАУ). Все элеваторы и механизированные склады оснащают средствами дистанционного автоматизированного управления в зависимости от назначения, грузооборота и вместимости; они должны быть обеспечены средствами связи между отдельными подразделениями, на них должен быть организован механизированный бухгалтерский, оперативный и статистический учет.

3.1.13. ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ЭЛЕВАТОРАХ

На элеваторах и хлебоприемных предприятиях технологический процесс должен осуществляться путем создания и постоянного совершенствования технологических линий, обеспечивающих эффективное проведение всех операций с зерном и продуктами его переработки. Организуют и осуществляют технологический процесс в соответствии с принципиальной схемой приемки, обработки, хранения и отгрузки зерна и специальными инструкциями, в которых отражены вопросы проведения отдельных операций с зерном, режимы работы технологических линий и каждого вида оборудования.

Обслуживающий персонал в процессе работы обязан следить за работой оборудования и его основных рабочих органов, а также обеспечивать нормальную загрузку оборудования и его эффективное использование.

Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях и Инструкция по организации и проведению ремонта технической базы хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий содержат основные положения и указания о порядке и организации эксплуатации материально-технической базы. В них изложены вопросы планирования, организации, ведения и учета работы элеваторов по приемке и отправке зерна, его размещению, отгрузке, проведению ремонтных работ и эксплуатации оборудования, а также требования к работникам по соблюдению установленного порядка содержания и эксплуатации элеваторов и обеспечению их эффективного

использования. Особо выделены вопросы взрывобезопасности, приведены требования к устройству и работе аспирационных установок элеваторов, основные положения правил техники безопасности и охраны труда.

3.1.14. ОПЕРАТИВНЫЙ РАСЧЕТ ЭЛЕВАТОРА

Полное использование производственных мощностей элеватора является одной из основных задач работников элеваторной промышленности. В частности, для ее решения необходимо знать действительную эксплуатационную производительность оборудования, которая по ряду причин ниже паспортной. К этим причинам относятся: необходимость обработки разных партий зерна по отдельности; замедление истечения остатков зерна из бункеров и силосов; малая объемная масса зерна некоторых культур; необходимость перестройки маршрутов движения зерна; его повышенные влажность и сорность; недостатки в эксплуатации элеваторов.

Оперативным расчетом устанавливают приемную и отпускную способность элеватора. Повышение эффективности работы элеватора приводит к уменьшению расхода электроэнергии, простое вагонов, судов и автомобильного транспорта, увеличению коэффициента мощности, издержек обращения и оперативных возможностей.

Технологический процесс на элеваторе подразделяют на внешний и внутренний.

Внешний процесс связан непосредственно с разгрузкой или погрузкой автомобильного, железнодорожного или водного транспорта. Проводят внешний процесс в приемных и отпускных устройствах; он включает в себя маневровые работы, взвешивание зерна на весах, а также наполнение или опорожнение оперативных (приемных или отпускных) силосов.

Внутренний процесс связан с перемещением зерна из опорожняемого силоса в наполняемый (например, из приемных бункеров в силосы). Во внутреннем процессе обязательно задействованы нории и весы, которые устанавливают в рабочем здании элеватора.

Некоторые операции, например приемка и отпуск, включают как внешний, так и внутренний процессы. В связи с особенностями внешней и внутренней работы эти два производственных процесса рассматривают отдельно.

Работа элеватора складывается из полностью механизированных технологических и транспортных потоков — маршрутов.

Маршрут называют цепь машин, самотечных устройств, весов и промежуточных бункеров, обеспечивающих перемещение зерна из опорожняемого бункера (силоса) в наполняемый. Марш-

руты позволяют сочетать в одном потоке машины различной производительности, а также машины непрерывного и периодического действия. При изменении направления движения зерна в тот или иной силос, при переходе с одной операции на другую, а также в начале перемещения зерна другого качества перестраивают маршруты в производственном процессе элеватора.

При оперативном расчете работы элеватора принято называть *партией* количество зерна, перемещаемого без перестройки маршрута. Транспортирование следующей партии начинают при любой перестройке маршрута.

Эффективность использования производительности транспортирующего оборудования элеватора характеризуют коэффициентом интенсивного использования K_i .

Нория является основной транспортирующей машиной элеватора, поэтому K_i относят, как правило, к ее работе.

$$K_i = Q_\phi / Q,$$

где Q_ϕ — фактическая производительность нории; Q — паспортная производительность нории.

Если количество зерна в партии обозначить E , то теоретическое время перемещения норией данной партии, мин,

$$t = E/Q,$$

а полное фактическое время перемещения партии зерна

$$t_\phi = E/Q_\phi.$$

Таким образом,

$$K_i = t/t_\phi.$$

Полное фактическое время перемещения партии зерна t_ϕ включает в себя теоретическое время t и потери, обусловленные, во-первых, замедлением истечения зерна из силоса или бункера в результате самосортирования $t_{зам}$ и, во-вторых, необходимостью промежутка времени $t_{ож}$, в течение которого между окончанием истечения зерна из одного силоса и открыванием задвижки под следующим поступает сигнал, разрешающий перемещение другой партии зерна (время ожидания).

Таким образом, полное фактическое время перемещения партии зерна норией, мин,

$$t_\phi = t + t_{зам} + t_{ож}.$$

Тогда

$$K_u = \frac{t}{t + t_{\text{зам}} + t_{\text{ож}}}.$$

При оперативном расчете работы элеватора теоретическое время перемещения норией зерна данной партии (t) определяют по формуле, приведенной выше; время замедления, связанное с истечением из бункера (силоса) остатков зерна, — по эмпирической формуле профессора Д. В. Шумского:

$$t_{\text{зам}} = \frac{7,5(E+15)}{Q+80},$$

а время ожидания $t_{\text{ож}}$ — по графикам.

Графики внутренних процессов. Принципиальная схема элеватора определяет последовательность выполнения элементов внутреннего процесса. При этом обязательно учитывают наличие в схеме элеватора весов, их тип и др.

График работы элеватора представляет собой изображение работы машин (во времени) условными символами в определенном масштабе, действий отдельных работников и сигнальных устройств.

Разработаны методики построения графиков работы элеватора с различным оборудованием и приемными устройствами: графики работы бункеров; графики внутреннего процесса элеватора с ковшовыми весами; графики внутренней работы элеватора с порционными весами.

Цель построения графиков — вывод уравнения для определения $t_{\text{ож}}$ и установления рациональной последовательности операций по настройке и перенастройке маршрутов.

К параметрам внутреннего процесса относятся: продолжительность истечения зерна; неравномерность истечения; параметры работы весов; продолжительность наполнения ковшовых весов и взвешивания; теоретическое время истечения из весов при отсутствии бункера под весами; время замедления истечения из весов; передача сигналов; передача зерна машинами; продолжительность вспомогательных операций.

Графики внешних процессов. Внешний процесс должен обеспечивать максимальное использование основного оборудования элеватора и не задерживать внутренний процесс.

Для аналитического выражения этого требования применительно к приемке зерна на элеваторах разрабатывают: график внешнего процесса по приемке зерна в общем виде; график внешнего процесса при приемке зерна с железнодорожного транспор-

та; график внешнего процесса при приемке зерна с автомобильного транспорта; график внешнего процесса при приемке зерна с водного транспорта.

Сводный график работы элеватора. По графикам отдельных элеваторных операций, так называемым частным графикам, проводят анализ внутренней и внешней работы элеватора, что дает возможность оценить правильность компоновки схемы элеватора, подбора оборудования, а также организацию различных операций. Критерием такой оценки является коэффициент использования норий K_i для различных операций, схем элеватора и принятой производительности норий.

Цель составления сводного графика работы элеватора — организация работы элеватора в течение всей смены или суток, т. е. предварительное планирование операций на элеваторе и их подготовка. Без такого плана элеватор не способен выполнить заданный объем операций в сутки, а машины будут простояивать.

По сводному графику, зная потребную мощность для привода каждого механизма, можно построить график нагрузки для силовой станции элеватора или трансформаторной подстанции, что очень важно для правильного выбора отдельных агрегатов.

Различают сменные и суточные сводные графики, которые по назначению могут быть проектными и эксплуатационными.

Сводный график на сутки или смену (рис. 3.16) строят не так детально, как график отдельных операций. Масштаб времени принимают значительно меньшим. На график наносят продолжительность работы только основных машин и их фактическую производительность на данной операции. На графике не показывают продолжительность работы весов, распределительных устройств и транспортных механизмов, работающих в едином потоке с основными машинами, мелких буферных над- и подвесовых бункеров, приемных железнодорожных и автомобильных бункеров. Очень важно на сводном графике показать работу крупных оперативных бункеров элеватора (приемных с водного транспорта, отпускных, сепараторных и сушильных). На графике работу всех машин и бункеров, занятых одновременно на данной операции, обозначают общим цветом или штриховкой.

Последовательность построения суточного сводного графика работы элеватора может, например, выглядеть следующим образом: рассчитывают машинное время работы норий, сепараторов, сушилок по заданному объему операций на сутки с разбивкой по каждой смене, принимая коэффициент использования норий по нормам для их конкретной производительности, виду операций и ожидаемому качеству зерна, затем определяют основные маршру-

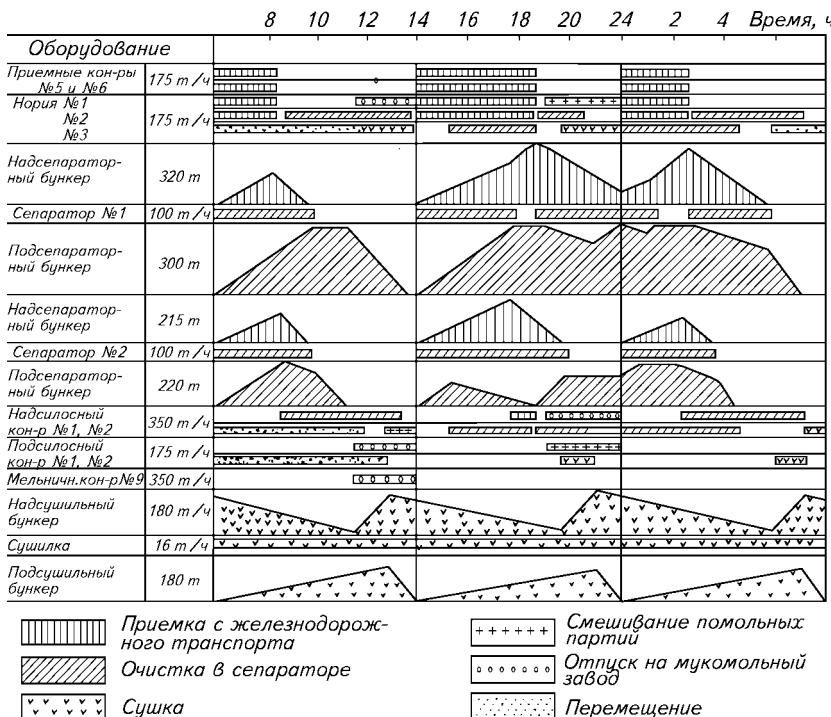


Рис. 3.16. График суточной работы элеватора с тремя нориями производительностью 175 т/ч каждая

ты зерна и нории и от них по схеме движения зерна рассчитывают вместимость накопительных, сепараторных, сушильных, приемных и отпускных бункеров; вычерчивают график на миллиметровой бумаге и заполняют его.

Сводный график дает возможность правильно оценить проект с точки зрения выполнимости заданного объема операций за сутки, достаточности и степени использования принятого оборудования, вместимости оперативных бункеров, энергоемкости операций.

Критерием оценки графика служат показатели загрузки оборудования.

Расчет эксплуатационных показателей. Нории являются, как правило, лимитирующим оборудованием элеваторов. Для характеристики работы нории по сводному графику определяют два эксплуатационных показателя:

коэффициент экстенсивного использования (во времени), который характеризует использование времени работы нории

$$K_1 = \frac{\sum T}{n\tau};$$

коэффициент интенсивного использования (по производительности), который является обобщающим показателем работы нории

$$K_{\text{инт}} = \frac{\sum E}{n\tau Q},$$

где $\sum T$ — суммарная фактическая продолжительность работы всех основных норий элеватора; $\sum E$ — суммарное фактическое количество зерна, поднятое нориями; n — число основных норий элеватора; τ — максимально возможная продолжительность работы элеватора в течение рассматриваемого периода.

При расчете эксплуатационных показателей работы норий применяют интегральный коэффициент использования норий

$$K_{\text{интегр}} = K_1 K_{\text{инт}}.$$

3.1.15. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ЭЛЕВАТОРАХ

Рабочее здание, силосные корпуса, приемные и отпускные устройства элеваторов относятся к пожаро- и взрывоопасным объектам, поэтому особого внимания требуют аспирационные установки элеваторов, от эффективности действия которых зависит не только санитарное состояние производственных помещений, но и безопасность работающих людей и сохранность объектов, предотвращение возможных взрывов при повышенной запыленности среды.

Опасности разделяют на две категории: опасности общего характера, которые могут возникнуть на каждом предприятии, и специфические опасности, присущие определенной отрасли промышленности.

К опасностям общего характера относятся опасности, связанные с пониманием принципа действия и конструкции установки, физическими и химическими свойствами сырья и компонентов, используемых на различных этапах производства; эксплуатацией и ремонтным обслуживанием оборудования и др.

К специфическим опасностям на предприятиях по хранению и переработке зерна относятся:

работа в закрытых пространствах, а именно в силосах, бункерах и трюмах судов. Меры предосторожности: достаточное количество кислорода, безопасное освещение, использование специальных масок, помощь в критических ситуациях и быстрая эвакуация, информированность рабочих об опасностях выхода из подвесной люльки, расстегивания предохранительного пояса, хождения по продукту, образующему свод, опускание ниже верхнего уровня материала и т. п.;

фумигация зараженного зерна. Предохранительные меры: тщательное изучение характеристик используемых фумигантов; перемещение, соединение и расцепка вагонов и автомобилей при загрузке и разгрузке (необходимо достаточное освещение, хорошие средства связи и бросающаяся в глаза одежда); работа в портах и на борту судов и барж (должны быть прочно закреплены средства доступа к ним — трапы, сетки внизу, крышки люков); работа на транспортных средствах или вблизи них (нории, ленточные, скребковые или винтовые конвейеры). Необходимо перед их пуском давать звуковой сигнал, исключать возможность захвата одежды лентой, цепью или приводом, устанавливать аварийные выключатели.

Взрывы и пожары являются наиболее серьезной специфической опасностью предприятий по хранению и переработке зерна. Предупредительные меры ограничения опасности взрыва пыли: устранение взрывоопасных концентраций пыли в воздухе и любого источника зажигания, который может привести к первичному взрыву, ограничение любой опасности распространения пыли, которое может привести к вторичному взрыву. Для предотвращения развития пожара необходимо использовать все возможности по его ограничению и нераспространению (выбор строительных материалов и материалов для оборудования, размещение материалов и оборудования, размещение электрооборудования, локализация, разделение отдельных зданий предприятия и др.).

Решающее значение для обеспечения взрыво- и пожаробезопасности предприятия имеет обучение работников элеваторов поведению в аварийных ситуациях. Необходимо проводить беседы по правилам безопасности и разъяснять потенциальные опасности всем работникам. Руководство предприятия должно разработать ясные письменные правила подачи сигналов по тушению пожаров и эвакуации персонала.

3.2. ЗЕРНОВЫЕ СКЛАДЫ

Склады — наиболее распространенные зернохранилища в нашей стране.

3.2.1. НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНОВЫХ СКЛАДОВ

Склады для зерна — это сооружения с горизонтальным или наклонным полом, предназначенные для хранения насыпью зерна, которое размещают прямо на полу и вплотную к стенам.

Зерновые склады классифицируют в зависимости от способа размещения зерна; степени механизации погрузочно-разгрузочных работ; срока хранения зерна; вида строительного материала.

Схема классификации зерновых складов приведена на рис. 3.17.

Зерновые склады можно строить гораздо быстрее, чем элеваторы, используя местные материалы с незначительным (по сравнению с элеваторами) расходом цемента и стали. Однако срок эксплуатации складов значительно меньше, чем элеваторов, а расходы на эксплуатацию больше.

Для проведения работ в немеханизированных складах (рис. 3.18, а) используют передвижную механизацию, применение которой связано с большими трудовыми и финансовыми затратами и неблагоприятными санитарно-гигиеническими условиями для обслуживающего персонала.

Встречаются частично механизированные склады, которые оборудованы верхними или нижними стационарными конвейерами для загрузки или выгрузки зерна. При этом вторая операция обеспечивается передвижными механизмами.

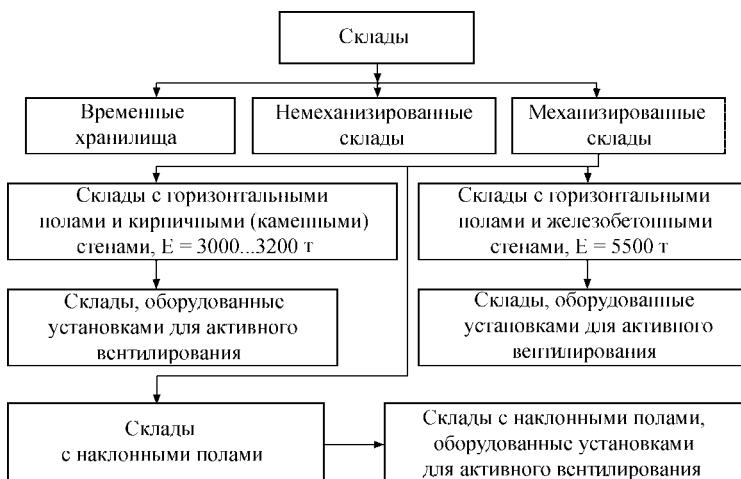


Рис. 3.17. Классификация зерновых складов

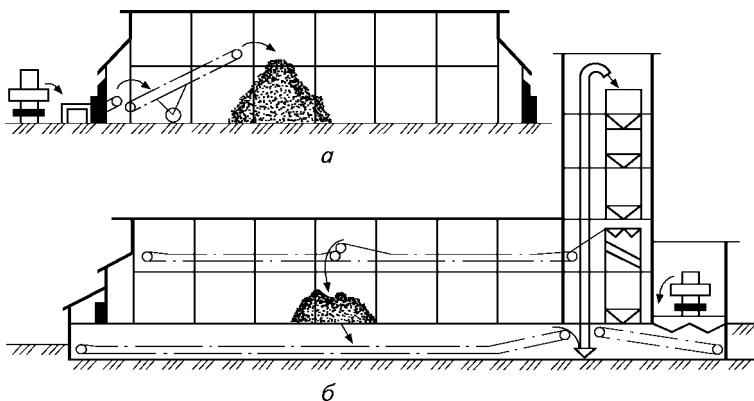


Рис. 3.18. Схемы немеханизированного (а) и механизированного (б) складов для зерна

Для загрузки и выгрузки зерна механизированные склады (рис. 3.18, б) снабжены верхним и нижним стационарными конвейерами.

Механизированные склады для зерна могут быть с горизонтальными и наклонными полами. В складах с наклонными полами (саморазгружающиеся склады) все зерно самотеком поступает на нижний конвейер. В складах с горизонтальными полами лишь 45...50 % зерна самотеком поступает через выпускные воронки на нижний конвейер, а остальная часть зерна подается к выпускным воронкам передвижными механизмами.

Чаще всего возводят зерносклады прямоугольной формы, принимая размеры склада такими, чтобы были выполнены все требования строительных нормативов и эксплуатационные условия, необходимые для обеспечения сохранности зерна. Площадь застройки неогнестойких складов должна быть не более 1200 м², огнестойких — не ограничивается. Между складами должен быть предусмотрен противопожарный разрыв не менее 20 м. Это, в свою очередь, приводит к значительному увеличению участка, площади мощения, длины железнодорожных путей, автомобильных дорог и т. д. и создает необходимость строительства соединительных галерей для механизированных складов. Для экономии площади при сооружении складов разрывы заменяют брандмауэрными стенами толщиной не менее 250 мм (кирпич). По бокам они выходят на 500 мм, а выше крыши — на 700 мм. Проемы в брандмауэрных стенах либо защищают огнестойкими дверями (в проходах), либо устанавливают гильотины на легкоплавких подвесках (для конвейеров).

С башнями склады связывают верхними и нижними конвейерами. Это обеспечивает удобное их использование и правильное распределение зерна по качеству. Располагают склады на площадке либо линейно, т. е. параллельно линии железной дороги, либо перпендикулярно ей. Торцовое расположение складов более компактно, но при этом нарушаются нормы среднего расстояния по внутренним перемещениям зерна, что ведет к увеличению эксплуатационных расходов и значительному усложнению увязки отдельных складов. Линейное расположение складов наиболее распространено. При этом значительно упрощается увязка отдельных складов, проще становится схема движения зерна. При линейном расположении складов их обязательно связывают реверсивными конвейерами, чтобы все линии складов были увязаны между собой для обеспечения подачи зерна из любого склада на очистку, сушку или отгрузку через башню механизации.

К складам должен быть обеспечен удобный подъезд автомобилей. Расстояние от оси железнодорожного пути до стены склада должно соответствовать нормам (без применения передвижной механизации — не менее 3,1 м; с использованием передвижной механизации — 5...6 м).

Строят склады из кирпича, камня и сборного железобетона, обеспечивающих достаточную прочность, влагонепроницаемость, огнестойкость и долговечность сооружений. Каркас крыши обычно сооружают из дерева или сборного железобетона, иногда используют стальные конструкции. Стены зерноскладов рассчитаны на восприятие давления зерновой насыпи, снеговой и ветровой нагрузки. Высота насыпи зерна у стен складов с учетом их прочности, натуры и качества зерна допускается в пределах 2,5...4,5 м; в средней части — 4,5...7,0 м при плоских горизонтальных полах и до 10,0 м — в складах с наклонными полами.

Проектная (паспортная) вместимость склада, т,

$$V_{\text{п}} = \left[ABh + \left(\frac{A-a}{2} \right) \left(\frac{B-b}{2} \right) (H-h) \right] \gamma,$$

где A — внутренняя длина склада, м; B — внутренняя ширина склада, м; h — высота засыпки зерна около стен, м; a — длина насыпи зерна поверху, м; b — ширина насыпи зерна поверху, м; H — высота засыпки зерна в середине склада, м; γ — объемная масса зерна, т/м³.

Длина насыпи зерна поверху, м,

$$a = A - 2(H-h)\operatorname{ctg} \alpha.$$

Ширина насыпи зерна поверху, м,

$$b = B - 2(H-h)\operatorname{ctg} \alpha,$$

где α — угол естественного откоса зерна, град; $\alpha = 25^\circ$.

Если в складе размещают зерно разного качества, то для расчета вместимости паспортную вместимость уменьшают на 10...20 %.

Основные элементы конструкций складов:

стены, которые должны быть достаточно прочными, защищать зерно от атмосферных осадков, не иметь трещин на внутренней поверхности и раковин, где могут развиваться вредители;

фундамент, как правило, устраивают из бутового камня. Размеры фундамента определяют, исходя из расчетного сопротивления грунта;

ворота располагают по длине и в торце склада. В механизированных складах устраивают одни ворота, которые блокируют с электродвигателем нижнего конвейера;

окна выполняют размером 600×1400 мм. Над уровнем зерна их затягивают проволочной сеткой для защиты от птиц. Оконные рамы подвешивают на горизонтальных петлях и открывают снаружи, чтобы проветривать склад, не заходя внутрь. При электроосвещении освещенность в складе на уровне пола должна быть не менее 10 лк. В складах, где используют прожекторное освещение, можно обойтись без окон;

полы, которые должны обладать необходимой прочностью, обеспечивающей восприятие сосредоточенной нагрузки от колес средств передвижной механизации, хорошей влагопроницаемостью, защищать зерно от грызунов и исключать возможность развития вредителей. В современных зерновых складах устраивают асфальтовые полы;

крыша, которая должна быть водонепроницаемой, прочной, легкой, огнестойкой и низкотеплопроводной. Крыша — важный элемент конструкции склада.

При недостатке вместимости зернохранилищ в период массового поступления зерна на заготовительных предприятиях сооружают временные хранилища или бурты, которые устраивают на специально подготовленных асфальтовых или других подобных площадках.

3.2.2. ВЫБОР УЧАСТКА ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ЗЕРНОСКЛАДА

Основные требования к выбору участка под строительство зерносклада совпадают с требованиями к выбору участка под строительство элеватора (см. раздел 3.1.2), однако имеется несколько специальных условий:

наивысший уровень грунтовых вод на участке должен быть ниже пола подземной транспортной галереи не менее чем на 0,5 м для песчаного грунта и не менее чем на 1,5 м для глинистого грунта;

участок должен обеспечивать возможность устройства складов с наклонными полами таким образом, чтобы была исключена возможность затопления подземной части атмосферными осадками;

участок под строительство зерносклада должен находиться от соседних сооружений на расстоянии, обеспечивающем соблюдение требований норм пожарной безопасности.

3.2.3. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ЗЕРНОСКЛАДОВ

В настоящее время наиболее распространены зерновые склады нескольких видов.

Склады с горизонтальными полами могут быть выполнены как из различных местных материалов (рис. 3.19, *a*), так и из сборного железобетона (рис. 3.19, *б*).

Зерновые склады вместимостью 3200 т (см. рис. 3.19, *a*) со стенами из местных материалов получили наибольшее распространение в нашей стране. Размер такого склада в плане 20 × 60 м, высота

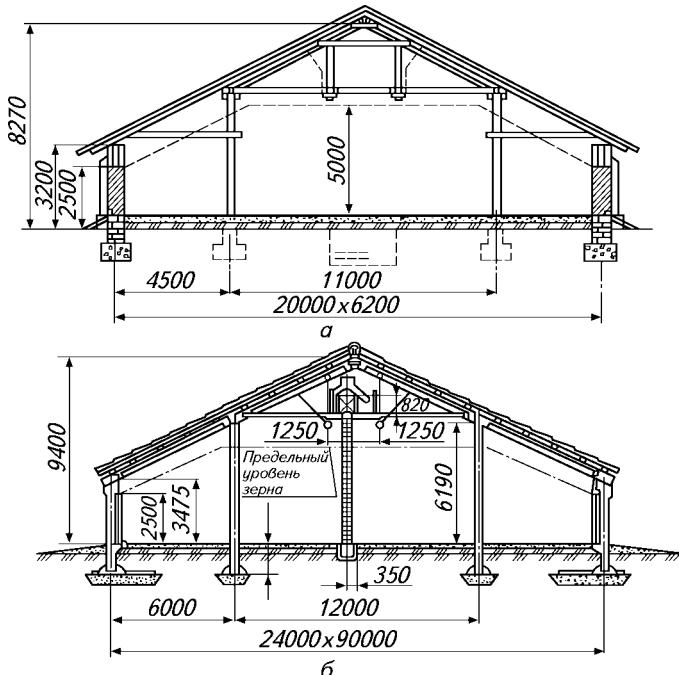


Рис. 3.19. Склады для зерна с горизонтальным полом:

а — каменный зерновой склад вместимостью 3200 т; *б* — склад из сборного железобетона

(по коньку) 8,5 м, высота стен 3,2 м. Стены кирпичные, возводятся на ленточном бутовом фундаменте, уложенном на песчаной подушке. Для придания стенам необходимой устойчивости и прочности предусмотрены особые выступы — контрфорсы.

Почти все эксплуатируемые в настоящее время зерновые склады механизированы. Верхние и нижние ленточные конвейеры устанавливают, привязывая их к сушильно-очистительным и приемно-очистительным башням, а также к зерносушилкам, нижние конвейеры устанавливают в нижних галереях.

Проходную подземную галерею в типовом складе, как правило, изготавливают из сборного железобетона или из кирпича; для выпуска зерна на конвейер в перекрытии галереи устанавливают металлические воронки.

В некоторых случаях для хранения зерна используют склады с увеличенной высотой загрузки, для которых предусмотрены более высокие и прочные стены.

Размеры сборных железобетонных складов в плане 24×90 м, вместимость — 5500 т зерна. В таких складах пол изготавливают из асфальта, кровлю — из шифера по сплошной обрешетке.

Как правило, верхняя конвейерная галерея в складах металлическая, нижняя — из сборного железобетона. Производительность верхних и нижних ленточных конвейеров — 100 т/ч, а в некоторых случаях — 175 т/ч.

Склады с наклонными полами — размер в плане 20×60 м, высота надземной части (до конька) 8,55 м. Угол наклона полов 36...45°, он зависит от уровня грунтовых вод. Величина заглубления 4,14...7,45 м. Стены изготавливают из кирпича, бута или блоков; стойки и крыши — из дерева или сборного железобетона; кровлю — из шифера. В целом конструкция стен и крыши не отличается от конструкции стен и крыш на складах с горизонтальными полами.

Склады с наклонными полами оборудуют верхними и нижними проходными галереями, где устанавливают ленточные конвейеры. Эти склады характеризуются комплексной механизацией погрузочно-разгрузочных работ: заполнение — с использованием средств стационарной механизации; выпуск зерна — самотеком.

Склады с наклонными полами можно строить только при низком расположении грунтовых вод (не ближе 10 м от поверхности земли). При эксплуатации таких складов возникают трудности при создании условий для хорошей сохранности зерна и по контролю за его состоянием при хранении. В складах с наклонными полами рекомендуется хранить большие партии однородного сухого зерна, не требующего раздельного хранения.

Стоимость строительства складов с наклонными полами меньше стоимости строительства складов с горизонтальными полами.

Бункерные хранилища, как правило, полностью механизированы. Механизация выпуска зерна достигается устройством днища бункера в виде опрокинутой пирамиды или конуса с углом наклона стенок не менее 45° . Вместимость отдельных бункеров — 35...50 т при высоте стен от 4 до 8,5 м. Бункера изготавливают из металлических листов. В некоторых случаях бункера для активного вентилирования оборудуют системой воздухораспределительных труб с холодильной машиной.

Склады с аэрожелобами (рис. 3.20) обеспечивают наибольшую технологическую и экономическую эффективность при механизации работ с зерном.

В аэрожелобах используют перфорированные перегородки с подачей воздуха в массу зерна не перпендикулярно, а под углом к плоскости транспортирования, чем обеспечивается эффективное использование воздуха при транспортировании зерна и повышается коэффициент полезного действия аэрожелобов. Аэрожелоба, которыми оборудуют склады, представляют собой каналы, разделенные по высоте перфорированными перегородками на две части: верхнюю — транспортирующую и нижнюю — воздухоподводящую. При подаче вентилятором воздуха под перегородку зерновая масса, находящаяся на верхней части перегородки, начинает перемещаться к выпускным воронкам конвейера.

Аэрожелоба как средства стационарной механизации складов обеспечивают: полную механизацию разгрузочных работ на складах; простоту устройства и обслуживания; отсутствие движущих-

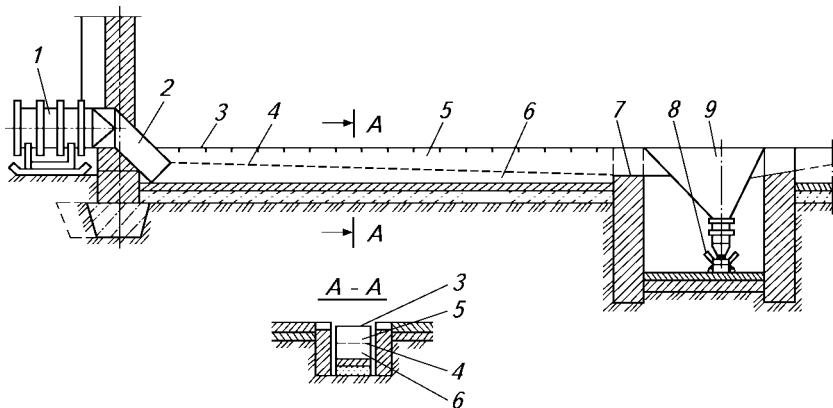


Рис. 3.20. Принципиальная схема аэрожелоба:

1 — осевой вентилятор; 2 — диффузор; 3 — предохранительная решетка; 4 — воздухораспределительная решетка (чешуйчатое сито); 5 — канал для транспортирования зерна; 6 — канал для распределения воздуха; 7 — тормозное устройство; 8 — ленточный конвейер нижней галереи; 9 — выпускная воронка

ся рабочих органов, приводящих к дроблению и загрязнению зерна; повышение качества транспортируемого зерна благодаря прощуванию его воздухом и отделению легковесных примесей; возможность обработки зерна воздухом и газовыми смесями для обеззараживания или протравливания; сокращение числа рабочих, занятых на разгрузочных работах; повышение производительности труда; сокращение издержек на 1 т комплексного грузооборота.

К недостаткам аэрожелобов относятся:

сложность строительных работ, связанных с сооружением каналов и откосов для выпуска зерна; трудности изготовления отдельных элементов аэрожелобов (например, чешуйчатого сита); нарушение сыпучести зерна при эксплуатации складов и, как следствие, перебои в работе аэрожелобов; высокая стоимость.

Надувные склады представляют собой надувную конструкцию с широким пролетом, поддерживаемую только воздухом.

Различают два вида надувных складов:

объемный навес, подобный воздушному шару, образующийся благодаря незначительному избыточному давлению, поддерживающему между крышей и полом;

двойная оболочка, разделенная на несколько секций, в которые воздух подается отдельно, и таким образом образуется опорная конструкция; здесь пространство под оболочкой не находится под давлением.

Наиболее распространенные формы таких конструкций — полусферическая и полуцилиндрическая. Наиболее пригодный материал для оболочки — нейлон с винилом.

Надувные склады оборудуют вентиляторами и системой подачи воздуха в оболочку. Могут быть установлены дополнительные устройства для освещения, кондиционирования воздуха, конвейеры для транспортирования продуктов в хранилище и из него. Внутри здания ничего нельзя подвешивать.

Преимущества надувного склада: низкая стоимость возведения; возможность быстро перемещать сооружение с места на место при небольших затратах; недостатки: высокая себестоимость и большие затраты энергии; в объемных навесах необходима постоянная подача воздуха.

Надувные склады могут быть аварийным решением как для временного, так и для длительного хранения.

В последнее время в некоторых странах появились альтернативные конструкции хранилищ для зерна. Например, приобретают популярность бетонные купольные хранилища, а также подземные хранилища, например в Австралии построено опытное подземное хранилище на 6000 т для временного хранения зерна.

3.2.4. МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ЗЕРНОСКЛАДАХ

Для выполнения всех операций с зерном в складах применяют передвижные и стационарные механизмы.

В качестве передвижных механизмов используют автомобили-разгрузчики, конвейеры, погрузчики и др., а в качестве стационарных — верхние и нижние конвейеры для загрузки и выгрузки зерна. Нижние конвейеры монтируют под полами в галереях, доступных для прохода работников, или в специальных каналах в полу.

На рис. 3.21 приведена схема зернохранилища с горизонтальными полами, в котором вентилятор используется не только для сушки и охлаждения зерновой массы, но и для ускорения выгрузки. Выгрузка производится насколько позволяет угол естественного откоса зерна, а затем воздух нагнетается в специальные каналы, установленные на уровне пола.

Эти каналы имеют в сечении трапецидальную форму; ориентация выходных отверстий каналов и скорость воздуха, подаваемого вентилятором, обеспечивают псевдоожижение зерна и его транспортирование к выпускной задвижке. Остаток, образующийся после выгрузки самотеком, удаляется постепенно.

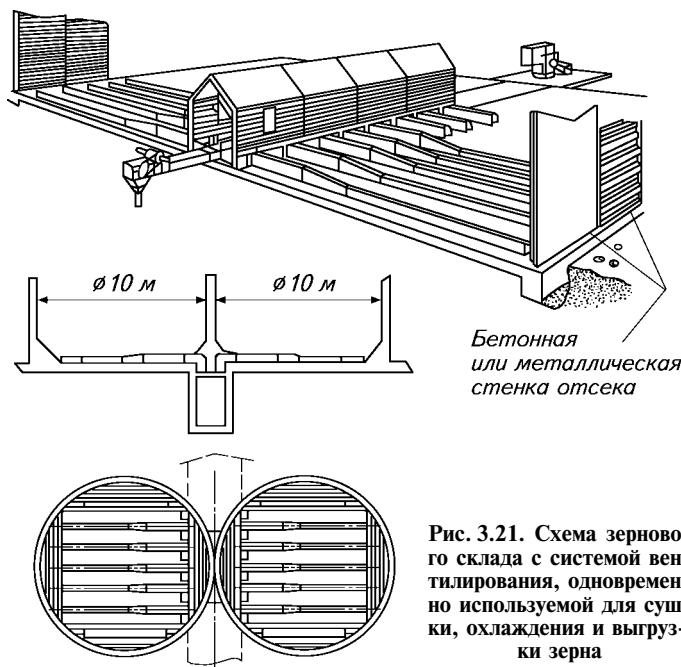


Рис. 3.21. Схема зернового склада с системой вентиляции, одновременно используемой для сушки, охлаждения и выгрузки зерна

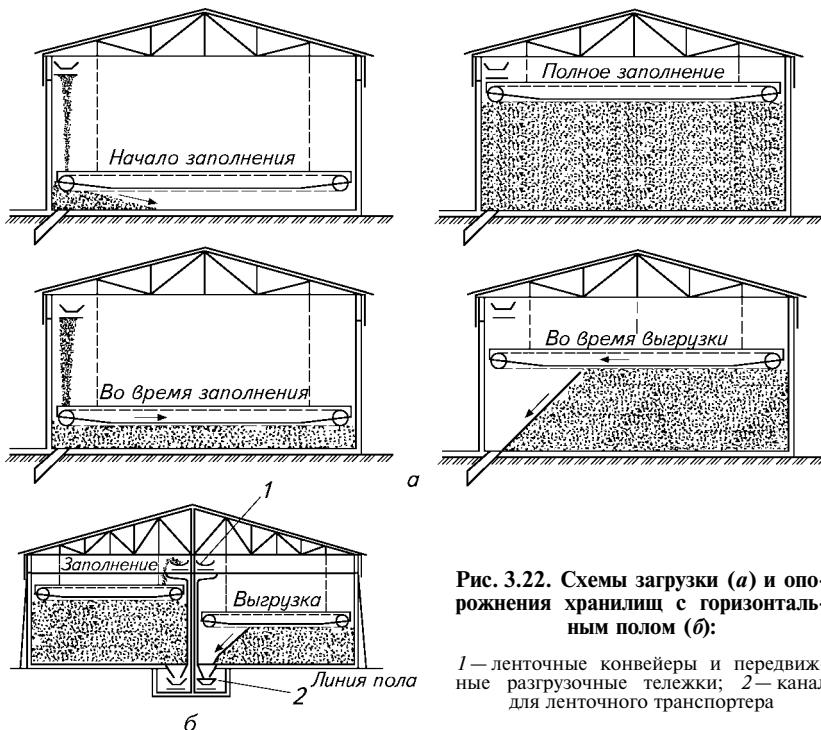


Рис. 3.22. Схемы загрузки (а) и опорожнения хранилищ с горизонтальным полом (б):

1 — ленточные конвейеры и передвижные разгрузочные тележки; 2 — канал для ленточного транспортера

На рис. 3.22, а и б приведены схемы хранилищ для зерна, состоящие из нескольких отсеков, примыкающих друг к другу, каждого одинакового объема и высотой слоя зерна около 10 м.

Под полом каждого отсека проходят в продольном направлении вентиляционные каналы, покрытые специальными решетками. Свежий воздух, подаваемый в каналы, проходит равномерно через зерновую массу от пола к ее поверхности и затем выходит из помещения через отверстия в крыше. Обслуживаются каналы группами передвижных, полностью автоматизированных вентиляторов, которые управляются при помощи системы контроля температуры и влажности, размещенной внутри зерновой массы.

Отдельные отсеки склада заполняются при помощи ленточного конвейера и передвижной разгрузочной тележки 1. Для улучшения заполнения в отсеках устанавливают передвижное перемешивающее устройство, которое выравнивает поверхность зерновой массы с помощью скребкового конвейера, способного опускаться и подниматься (см. рис. 3.22, б).

При разгрузке отсека расположенного ближе к выпускному отверстию зерно сначала перемещается самотеком. После этого тот же скребковый конвейер подает зерно к выпускному отверстию. Затем небольшая передвижная нория удаляет оставшееся зерно.

При эксплуатации складов для зерна следует строго соблюдать противопожарные требования и правила охраны труда. Например, зерновые склады с плоскими полами должны быть оборудованы в местах выпуска зерна на нижние конвейеры специальными предохранительными колоннами для предотвращения затягивания человека в зерновую воронку, образующуюся при истечении зерна. Принцип действия предохранительной колонны заключается в том, что при открытии задвижки выпускной воронки истечение зерна начинается от столба, заключенного в колонне, затем зерно из верхних слоев попадает в колонну, а движение нижних слоев тормозится давлением массы зерна. Таким образом, высота насыпи зерна в складе снижается постепенно и исключается образование воронки в зерне.

Чтобы быстро прекратить выгрузку зерна из склада, с наружной стороны стен устанавливают аварийные кнопки «Стоп» для остановки электродвигателей нижних конвейеров.

В складах с наклонными полами двери должны быть всегда закрыты и блокированы с электродвигателем нижнего конвейера так, чтобы при открытии дверей электродвигатель конвейера автоматически отключался.

3.2.5. АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА В СКЛАДАХ

Для вентилирования зерна в складах и на площадках применяют стационарные, напольно-переносные и трубные установки.

Для складов с горизонтальными полами из группы стационарных вентиляционных установок наиболее распространены установки конструкции ВНИИЗ типа СВУ-2 (рис. 3.23), из группы напольно-переносных — установки ЦНИИпромзернопроект, кроме того, широко используются телескопические трубные вентиляционные установки ТВУ-2. Для вентилирования зерна и пневматической разгрузки складов применяют телескопические аэрожелоба ВЗИПП (рис. 3.24). Схема вентилирования зерновой насыпи в складе телескопическими пневмотранспортерами приведена на рис. 3.25.

Для вентилирования семян используют устройства с очаговой раздачей воздуха («Воронка»).

В складах с наклонными полами для вентилирования зерна используют специальные установки.

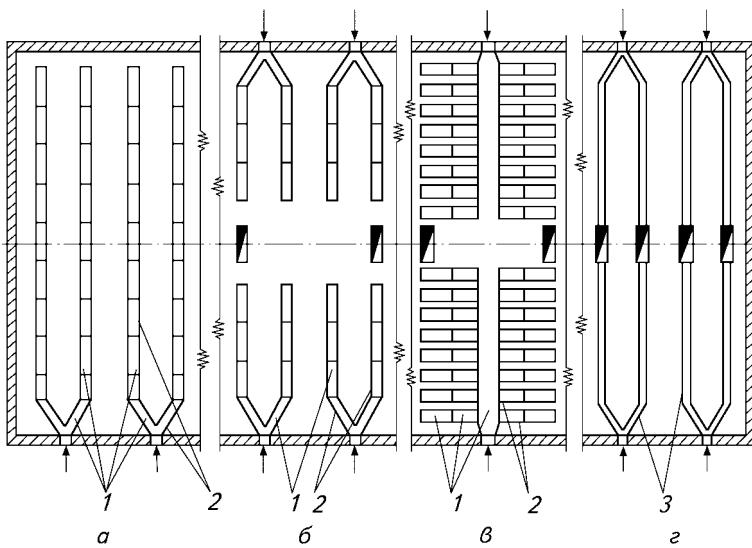


Рис. 3.23. Схемы стационарных установок для вентилирования зерна в складах с горизонтальными полами:

а — СВУ-1; *б* — СВУ-2; *в* — СВУ-63; *г* — спаренные аэрожелоба; 1 — деревянные щиты; 2 — щели для выхода воздуха; 3 — перфорированное перекрытие воздуховодов

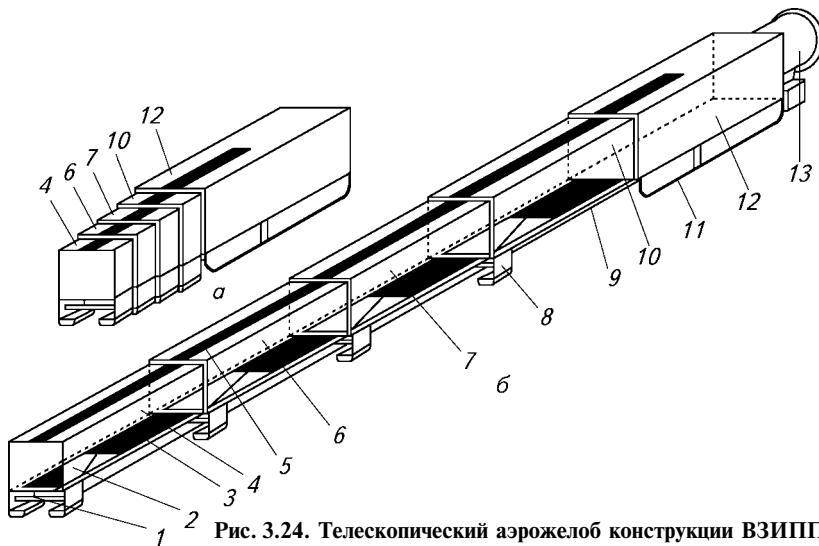


Рис. 3.24. Телескопический аэрожелоб конструкции ВЗИПП:

а — в совмешенном виде; *б* — в растянутом виде; 1 — перекладина; 2 — люк; 3 — заслонка; 4, 6, 7, 10, 12 — звенья аэрожелоба; 5 — решетка; 8 — ползунок; 9 — внешний трос; 11 — салазки; 13 — вентилятор

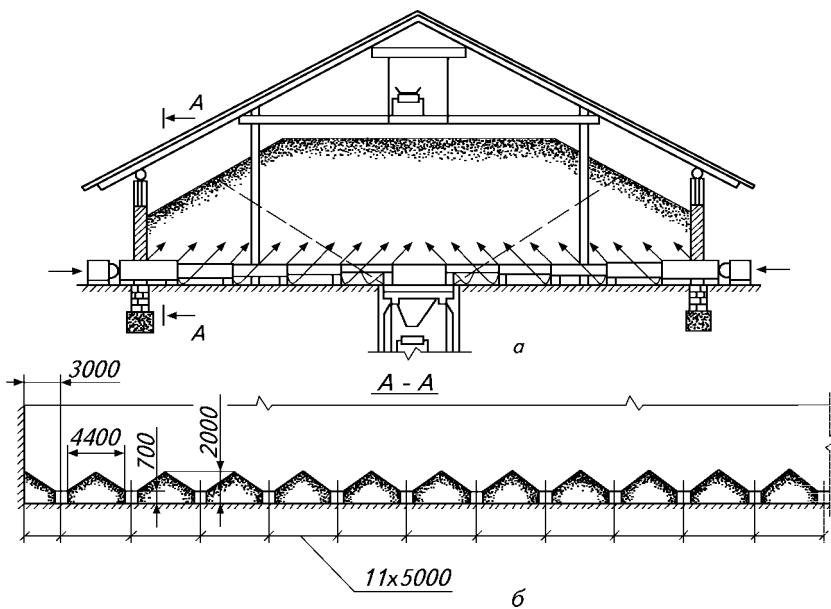


Рис. 3.25. Схема вентилирования зерновой насыпи в складе с телескопическими пневмотранспортерами (а) и продольный разрез склада с остатками насыпи после выгрузки зерна (б)

3.2.6. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ БАШНИ

Механизированные зерновые склады имеют башенные комплексы, которые предназначены для приемки, обработки и размещения зерна. Технологическая схема механизированной рабочей очистительной башни приведена на рис. 3.26.

В настоящее время для массового строительства принята механизированная рабочая башня по типовому проекту 702-22. Строительная часть башни разработана в двух вариантах: в металлическом исполнении с ограждением из сборных железобетонных элементов и в кирпичном — с железобетонными перекрытиями. Высота башни 25 м, размер в плане 9×9 м. В башне смонтированы три нории производительностью по 100 т/ч, сепаратор ЗСМ-100, автоматические весы ДН-1000-2 и система аспирации. К башне привязаны устройства для приемки зерна автомобилеразгрузчиком ГУАР-30 и для отпуска его в железнодорожные вагоны. Башня соединена нижними и верхними соединительными галереями с указанными устройствами и со складами.

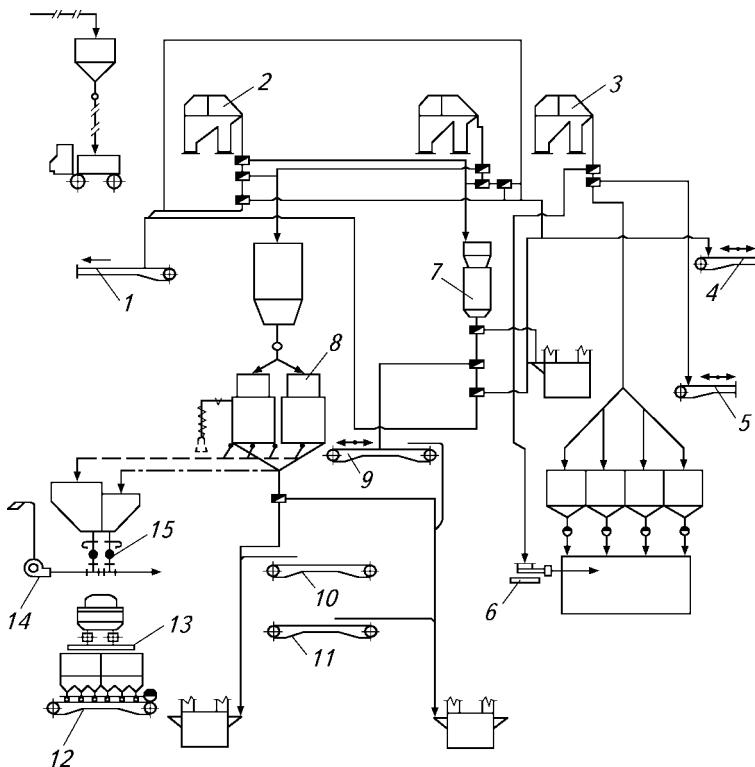


Рис. 3.26. Технологическая схема механизированной рабочей очистительной башни:
 1, 4, 5, 9...12 — ленточные конвейёры; 2, 3 — нории НЦ1-100; 6 — вагоноразгрузчик ШВЗ; 7 — автоматические весы ВАП-1000-212; 8 — сепаратор ЗСМ-100; 13 — автомобильразгрузчик ГУАР-30; 14 — вентилятор ВВД-8; 15 — шлюзовой затвор

Для устойчивой работы в башне предусмотрен надсепараторный бункер вместимостью 40 т. Пыль и отходы из-под сепаратора собирают в металлические бункера, установленные на первом этаже, потом их пневмотранспортом направляют в смонтированный снаружи бункер отпуска в автомобильный транспорт.

Управление электродвигателями механизмов осуществляется дистанционно с пульта, установленного на сепараторном этаже. Предусмотрена соответствующая блокировка электродвигателей по основным маршрутам движения зерна. Оборудованием можно управлять и по месту с кнопочных станций.

Световая сигнализация позволяет судить об уровне зерна в бункерах, о работе механизмов на маршрутах, положении пере-

кидных клапанов и задвижек; электросигнализация оповещает о пожаре.

В зависимости от состава оборудования и выполнения основных функций механизированные башни подразделяют на следующие основные типы: перегрузочные (ПБ); приемно-очистительные (ПОБ, РБО); приемно-очистительно-сушильные (РБС); молотильно-очистительные (МОБ); сушильно-очистительные (СОБ).

Для различных условий строительства и эксплуатации разработано несколько типов башен: монолитной конструкции (СОБ-МК); сборной конструкции (СОБ-СК); со стенами, возводимыми в скользящей опалубке (СОБ-ПО, СОБ-1С); с кирпичными стенами (СОБ-1К); со стенами из бетонных блоков (СОБ-1Б).

Для работы с зерном сухим и средней сухости применяют приемно-очистительные башни (ПОБ, РБО), а для работы с влажным зерном — сушильно-очистительные башни (СОБ, РБС).

3.2.7. РАСЧЕТ ВМЕСТИМОСТИ СКЛАДОВ

Вместимость складов (V_{ck} , т) — это масса зерна, которую можно разместить в них при максимально допустимой нагрузке.

Массу зерна (Q_{zp} , т) определяют умножением объема зерна (V_{zp} , м³), который может быть размещен на складе, на его объемную массу (т/м³)

$$Q_{zp} = V_{zp}\gamma.$$

Различают паспортную и рабочую вместимость складов.

Паспортной называется вместимость, рассчитанная на размещение пшеницы объемной массой 0,75 т/м³, с содержанием влаги 14,0...15,5 %, сорной примеси 2 % при высоте насыпи, допускаемой для данного зерна.

Рабочую вместимость определяют для каждого конкретного случая с учетом культуры, объемной массы и качества зерна.

Вместимость нетиповых складов зерна определяют расчетным путем с учетом сложной геометрической фигуры насыпи зерна в складе.

Контрольные вопросы и задания

1. Как устроены элеваторы? Какие работы выполняют на элеваторах? Как подразделяют элеваторы по характеру работы?
2. Как подбирают участок под строительство элеватора?
3. Какие требования предъявляют к элеваторам?
4. Какие существуют типовые схемы элеваторов?
5. Как в элеваторах размещают нории?
6. Как в элеваторах устанавливают весы?
7. Как в элеваторах размещают зерно-

очистительные машины? 8. Как в элеваторах размещают конвейеры и распределительные устройства? 9. Как в элеваторах размещают зерносушилки? 10. Как устроены силосы и как их размещают в элеваторах? 11. Как загружают и разгружают силосы? 12. Какие существуют типичные проблемы истечения зерна? 13. Как разгружают силосы? 14. Как устроены и работают внутренние побудители потока? 15. Как устроены и работают внешние побудители потока? 16. В чем заключаются особенности вентилирования зерна в силосах? 17. Как на элеваторе автоматизирован технологический процесс? 18. Как ведут оперативный расчет элеватора? 19. Перечислите меры безопасности при работе на элеваторах. 20. Как устроены зерновые склады? Как их классифицируют? 21. Как выбирают участок под строительство зерносклада? 22. Какие существуют типовые схемы зерноскладов? 23. Как механизированы работы в зерноскладах? 24. Как осуществляется активное вентилирование зерна в складах? 25. Как рассчитать вместимость склада?

4. ХРАНИЛИЩА ДЛЯ ОВОЩЕЙ И ПЛОДОВ



Хранение плодов и овощей может быть организовано как во временных хранилищах (буртах и траншеях), так и в стационарных (хранилища с естественной и активной вентиляцией, хранилища с принудительной вентиляцией и искусственным охлаждением, комплексы и холодильники).

4.1. ВРЕМЕННЫЕ ХРАНИЛИЩА

Несмотря на то что способы хранения овощей во временных хранилищах не соответствуют современным требованиям, необходимость их применения связана с отсутствием достаточного числа стационарных хранилищ и холодильников.

К временным хранилищам относят бурты и траншеи, которые в основном используют для длительного хранения корнеплодов и капусты, иногда лука. Бурты распространены шире, чем траншеи. Механизировать загрузку и выгрузку продукции в траншеях сложнее, чем в буртах, но зато вероятность подморозить овощи в последних больше.

Бурт — валообразный удлиненный штабель продукции (картофель, корнеплоды, капуста), уложенной на землю или в неглубокие котлованы и укрытое соломой, ее заменителем и землей, обязательно оборудованный системой вентиляции и приспособлениями для контроля температуры.

Траншея — удлиненное углубление в земле, заполненное овощами или картофелем, укрытое соломой и землей, оборудованное системой вентиляции и приспособлениями для контроля температуры.

Предпочтение тому или иному способу хранения отдают в соответствии с особенностями отдельных видов овощей и почвенно-климатических условий зоны.

К участку для размещения временных хранилищ (буртов и траншей) предъявляют следующие требования:

участок должен быть возвышенным, с небольшим уклоном для обеспечения стока поверхностных вод;

глубина залегания поверхностных вод должна быть не менее чем на 2 м ниже дна котлованов;

почвы должны быть легкими по гранулометрическому составу (супесчаные, суглинистые), благодаря достаточной рыхлости которых укрытие получается ровным, затраты труда на его устройство незначительные;

участок должен быть защищен лесной полосой, высоким строением и т. п. от зимних ветров, наиболее опасных в данной зоне направлений;

верхний слой почвы участка должен быть чистым, на нем не должно быть гниющих остатков и мусора;

не рекомендуется располагать участок под бурты или траншеи вблизи животноводческих помещений, около стогов сена и соломы, так как в этих местах могут гнездиться мыши, которые являются опасными вредителями хранящейся продукции;

желательно располагать участок под бурты или траншеи вблизи основных подъездных дорог.

После выбора участка приступают к его планировке. При этом необходимо правильно располагать бурты относительно сторон света, так как нужно уменьшить влияние солнечных лучей и ветров в наиболее холодное время года на температурный режим в буртах. Ориентируют бурты продольной осью по направлению север — юг или близко к этому. В этом случае максимальному прогреву подвергается меньшая по площади торцовая грань. Одновременно необходимо поставить бурты торцами к направлению наиболее холодных ветров. Следовательно, на практике при расположении бортов на площадке приходится принимать решение, учитывающее оба указанных условия.

Следующий вопрос, который решается при планировке участка под бурты и траншеи, — разбивка дорог. В случае, если загрузка овощей в котлованы будет осуществляться самосвальными автомашинами, то на площадке следует устроить торцовый въезд и основную дорогу шириной 6 м, расположить ее с торцовой стороны через каждые два ряда буртов. Когда овощи доставляют к месту хранения в таре или их необходимо укладывать поштучно (капуста), выгоднее подъезжать к котловану с продольной стороны, поэтому дорога должна быть проложена с боковой стороны бортов через каждые два ряда.

Регулировать условия хранения в буртах и траншеях можно путем обеспечения определенных размеров штабеля, создания необходимого укрытия и системы вентиляции, так как именно эти факторы определяют тепловой баланс в этих временных хранилищах.

Основным фактором, оказывающим ключевое влияние на хранение продукции в буртах и траншеях, является тепловой баланс, который зависит не только от наружной температуры, но и от размера штабеля; особенностей укрытия; системы вентиляции.

Для обеспечения теплового баланса следует создать такие условия, чтобы значительная часть теплоты, выделяемой при дыхании картофеля или овощей, рассеивалась в атмосферу и продукция не запаривалась, но в то же время под укрытием оставалась часть теплоты, необходимой для согревания овощей даже в сильные морозы.

Приток теплоты от хранящейся продукции определяется размерами буртов и траншей и их вместимостью (табл. 4.1).

4.1. Типовые размеры буртов и траншей (м) по зонам Российской Федерации (по Е. П. Широкову и В. И. Полегаеву)

Зона	Для картофеля и корнеплодов			Для капусты		
	ширина	глубина	длина	ширина	глубина	длина
<i>Бурты</i>						
Южная	1,2...1,4	0...0,2	12...15	1,0...1,2	0	8...10
Западная	1,5...2,0	0...0,2	15...20	1,4...1,6	0...0,2	10...12
Средняя	2,0...2,2	0,2...0,4	15...20	1,8...2,0	0...0,2	10...12
Урал, Поволжье	2,3...2,5	0,3...0,6	20...30	2,0...2,2	0,2...0,4	14...18
Западная Сибирь	2,5...3,0	0,3...0,6	20...30	2,0...2,5	0,2...0,4	14...18
<i>Траншеи</i>						
Южная	0,6...1,0	0,5...0,6	5...10	0,4...0,6	0,4...0,6	5...8
Западная	0,8...1,2	0,6...0,8	8...15	0,6...0,8	0,6...0,8	8...12
Средняя	0,8...1,2	0,9...1,2	10...15	0,8...1,0	0,8...1,0	10...12
Урал, Поволжье	1,0...1,5	1,0...1,5	10...20	1,0...1,2	1,0...1,5	10...15
Западная Сибирь	1,0...2,0	1,0...1,5	10...20	1,0...1,2	1,0...1,5	10...15

При определении размеров временных хранилищ учитывают климатические условия зоны: в северных и восточных районах страны, отличающихся суровыми зимами, размеры буртов и траншей должны быть больше, чем в южных и западных, где зимы мягче. В северных и восточных районах бурты и траншеи заглубляют, чтобы избежать подмораживания продукции.

Кроме того, длина буртов и траншей зависит от необходимости изъятия продукции из всего бурта в течение одного дня.

Объем (м^3) траншеи определяют произведением ее длины, ширины и глубины.

Объем бурта без заглубления в грунт, м^3 ,

$$V = al(h/2),$$

где a — ширина бурта по основанию, м; l — длина бурта, м; h — высота насыпи продукции, м.

Объем бурта с заглублением в грунт, м³,

$$V = al(h/2) + alh_1,$$

где h_1 — заглубление, м.

Вместимость и потребное количество буртов и траншей рассчитывают, исходя из объема штабеля продукции и объемной массы овощей. В табл. 4.2 приведена объемная масса овощей в зависимости от способа хранения и высоты загрузки.

4.2. Объемная масса овощей (по Е. П. Широкову и В. И. Полегаеву)

Вид продукции	Способ хранения	Максимальная высота загрузки или складирования, м	Объемная масса продукции, т/м ³
Картофель	Навалом	4,0	0,65
	В контейнерах	5,5	0,50
Морковь	Навалом	2,8	0,55
	В контейнерах	5,0	0,36
Лук репчатый	Насыпью в ящиках	2,8	0,60
	На поддонах	5,0	0,38
Капуста	Навалом	2,8	0,40
	В контейнерах	5,5	0,30

Окончательные размеры буртов и траншей корректируют в зависимости от климатических условий и качества продукции с использованием показателя *удельная вентиляционная поверхность штабеля* K , который представляет собой отношение площади вентиляционной поверхности штабеля продукции $\Pi_{\text{возд. охл}}$ (*поверхности охлаждения*) к *объему штабеля* V (м³):

$$K = \Pi_{\text{возд. охл}} / V.$$

Определено, что для эффективного рассеивания теплоты и влаги из насыпи продукции в атмосферу при хранении в буртах или траншеях удельная площадь вентиляционной поверхности штабеля для картофеля и свеклы должна быть не ниже 2,8; для капусты и брюквы — 3,8; для моркови, петрушки, сельдерея, репы — не ниже 6,5.

Удельная площадь вентиляционной поверхности штабеля зависит от степени заглубления буртов и траншей в землю: чем больше глубина котлована, тем меньше этот показатель и тем медленнее рассеивается теплота из штабеля продукции.

Ориентировочная толщина укрытия буртов и траншей по зонам Российской Федерации приведена в табл. 4.3.

4.3. Толщина укрытия буртов и траншей, м (по Е. П. Широкову и В. И. Полегаеву)

Зона	Гребень		Основание	
	солома	земля	солома	земля
<i>Картофель и корнеплоды*</i>				
Южная	0...0,1	0,3...0,4	0...0,1	0,4...0,6
Западная	0,1...0,3	0,3...0,4	0,3...0,4	0,4...0,7
Средняя	0,2...0,3	0,3...0,5	0,3...0,4	0,5...0,6
Урал, Поволжье	0,4...0,6	0,4...0,6	0,5...0,9	0,6...0,8
Западная Сибирь	0,6...0,9	0,5...0,7	1,0...1,2	0,7...0,9
<i>Капуста</i>				
Южная	—	0,4	—	0,6
Западная	0...0,2	0,2...0,3	0,1...0,3	0,6...0,8
Средняя	0,1...0,2	0,3...0,4	0,2...0,4	0,5...0,6
Урал, Поволжье	0,3...0,4	0,4...0,5	0,4...0,6	0,5...0,6
Западная Сибирь	0,4...0,6	0,5...0,6	0,7...0,9	0,6...0,8

*Для траншей толщину слоя соломы уменьшают на 10...15 %.

Ориентировочно считают, что толщина укрытия буртов и траншей должна быть не меньше глубины промерзания грунта в конкретной местности.

Схемы основных способов укрытия буртов приведены на рис. 4.1.

Поскольку важно не только защитить продукцию от значительных понижений температуры, но и обеспечить ее возможно быст-

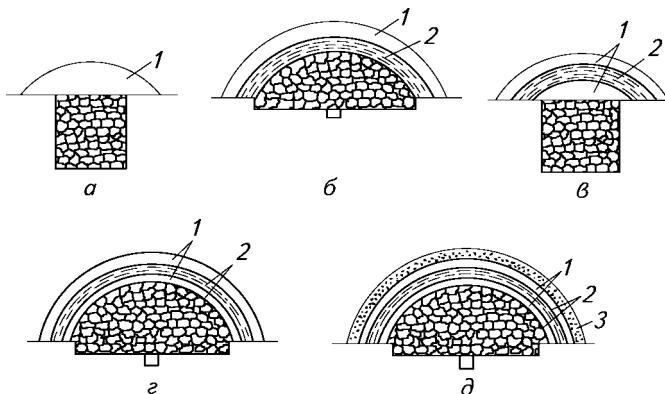


Рис. 4.1. Способы укрытия буртов и траншей (по Ю. Г. Скрипникову):

а — однослоиное; б — двухслойное; в — трехслойное; г — четырехслойное; д — пятислойное;
1 — земля; 2 — солома; 3 — опилки, солома или снег

рое охлаждение осенью, то слои укрытия наносят постепенно, в несколько приемов по мере снижения наружной температуры и температуры штабеля продукции. Чаще всего устраивают укрытие в два слоя и в два срока. После размещения овощей их сразу укрывают слоем соломы, укладывая ее слоями и расчесывая сверху вниз граблями. Чтобы солому не разнесло ветром, на нее накладывают небольшой слой земли (10...20 см). За 2...3 дня до наступления резкого похолодания бурты и траншеи укрывают плотным слоем земли. Укрытие должно быть равномерным, без впадин и неровностей. Эта работа трудоемкая, поэтому, как правило, ее стараются механизировать с помощью буртоукрывщиков, бульдозеров, экскаваторов и других приспособлений.

Для укрытия буртов и траншей используют солому, землю, древесный лист, торф, опилки, хвою, пенопласти. Солома является основным теплоизолирующим материалом для этих сооружений. Все материалы различаются по своим теплоизоляционным свойствам, поэтому их расход неодинаков. Если в средней зоне нашей страны расход соломы на укрытие бурта с картофелем составляет около 100 кг/т, с капустой — 70 кг/т и толщина укрытия при этом составляет 0,2...0,3 м в первом случае и 0,1...0,2 м во втором, то при использовании для этой цели опилок их слой должен быть на 20 см больше, а при использовании торфа — в 1,5...2 раза толще.

В последнее время находит применение укрытие из карбамидоформальдегидного пенопласта, который получается при смешивании трех компонентов: карбамидоформальдегидной смолы, поверхностно-активного вещества (алкилсульфата, лаурилсульфата) и для полимеризации образующейся смеси — ортофосфорной кислоты. Компоненты смешивают в специальной установке производительностью 50 м³/ч, смонтированной на базе грузового автомобиля. При этом образуется пена, которую наносят при помощи шланга на бурт с овощами слоем 20...30 см. Смесь через несколько часов затвердевает, превращаясь в белый пористый пенопласт, выполняющий роль тепло- и гидроизоляции. Никакого другого укрытия на пенопласт не наносят.

Для регулирования условий хранения продукции в буртах и траншеях служит *система вентиляции*, основное назначение которой — охлаждение продукции в осенний период. Действие вентиляции в буртах и траншеях основано на «тяге», т. е. движении воздуха вверх вследствие разности температуры, а следовательно, и его плотности в штабеле продукции и снаружи. Такая система называется естественной и состоит из приточного и вытяжного каналов.

Приточный канал размещают вдоль основания бурта и траншеи по центральной оси. По торцам он сообщается с наружным

воздухом, который поступает в основание штабеля продукции и охлаждает ее. Приточный канал устраивают в виде канавки в земляном основании бурта или траншеи. Канавку покрывают попечерными планками или хворостом так, чтобы отдельные экземпляры продукции не проваливались в нее. Часть трубы, проходящей через слой овощей, делают решетчатой для лучшего удаления теплого и влажного воздуха, а часть, проходящую через укрытие, — из сплошных досок. Вертикальная труба должна выступать над укрытием примерно на 15 см. Поверх нее устраивают козырек для предотвращения попадания в трубу дождя и снега. Вытяжные трубы устанавливают через каждые 3 м (для капусты) и 5 м (для корнеплодов) по длине бурта или траншеи.

Недостатком вертикальных вытяжных труб является то, что через них теплый и влажный воздух отводится только из прилегающих к ним зон штабеля, а удаленные почти не охлаждаются. Поскольку укрытие в местах около вытяжных труб менее плотное и надежное, то происходит отпотевание и подмораживание продукции, что является еще одним недостатком вертикальных вытяжных труб.

Некоторые недостатки таких труб позволяет устраниить так называемая гребневая вытяжная вентиляция, при которой устраивают горизонтальный вытяжной канал, представляющий собой склоненные под углом 90° две доски, уложенные на штабель овощей и с торцов выходящие наружу. При устройстве горизонтального гребневого вытяжного канала теплый и влажный воздух удаляется из всего штабеля продукции равномерно. После похолодания следует вовремя закрыть торцовые отверстия.

Для более быстрого охлаждения овощей в буртах устраивают настилы, а в траншеях — охлаждаемое дно со сквозным воздушным отверстием между дном и деревянным настилом с одной стороны, штабелем продукции и торцевыми стенками — с другой, которое служит вентиляционным каналом. В этом случае штабель овощей укладывают на приподнятый дощатый настил, на который предварительно насыпают почву слоем 5 см для предохранения овощей от возможного подмерзания при вентилировании.

Для наблюдения за температурой при закладке овощей в слое продукции перпендикулярно укрытию бурта или траншеи устанавливают буртовый термометр. Лучшие буртовые термометры — дистанционные, полупроводниковые, точечные, которые определяют температуру с точностью до $\pm 0,2$ °C.

После установления в бурте или траншее температуры, близкой к оптимальной, приточные трубы наглухо закрывают, вытяжные держат открытыми еще 1...3 дня, а с наступлением холода их надежно закрывают теплоизолирующим материалом. В зимний период бурты и траншеи обычно не вентилируют.

Зимой при понижении температуры в слое корнеплодов до 0°C , а температуры капусты до -1°C бурты и траншеи дополнительно утепляют снегом и торфом слоем 10...20 см. Чтобы снег не сносило ветром, на него укладывают мелкий хворост. При первых признаках согревания продукции бурты и траншеи вентилируют через вытяжные трубы.

Обычным буртам и траншеям присущи следующие недостатки: высокая трудоемкость загрузки и выгрузки продукции; сложность регулирования режима хранения; недостаточная вместимость и др.

В настоящее время получили распространение *модернизированные бурты и траншеи*. В них хранятся корнеплоды и лук в затаренном виде (в ящиках вместимостью 20...25 кг). Ящики устанавливают в бурт таким образом, чтобы в его основании получился один или два приточных вентиляционных канала. Ширина таких буртов больше, чем типовых (2,5...3,0 м), а высота практически не отличается от принятой в типовых (1,0...1,2 м).

Преимущества такого хранения в том, что использование тары при буртовании несколько снижает затраты труда; в этих сооружениях складываются лучшие условия хранения и уменьшаются потери.

Еще один современный способ хранения овощей — *использование постоянных буртовых площадок с активным вентилированием* (рис. 4.2).

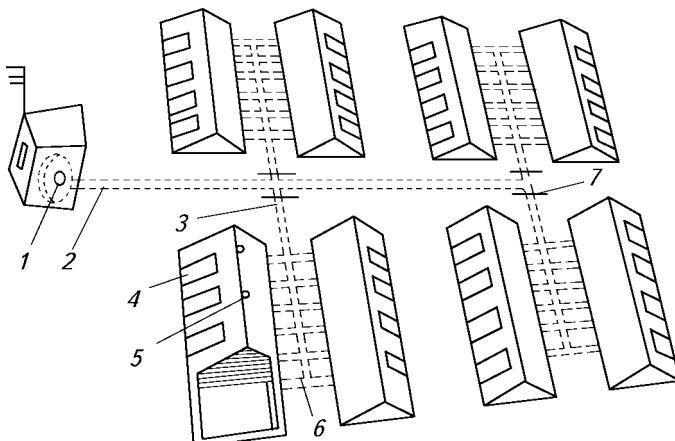


Рис. 4.2. Стационарная буртовая площадка (по Ю. Г. Скрипникову):

1 — вентиляционное помещение; 2 — основной канал; 3 — боковой канал; 4 — люк для загрузки и разгрузки продукции; 5 — вытяжная труба; 6 — распределительный канал; 7 —заслонка

Разработаны типовые проекты постоянных буртовых площадок для хранения капусты вместимостью 250 т, картофеля вместимостью 900 т и др. Как правило, на таких площадках размеры буртов больше обычных.

Укрытие буртов обычное или постоянное. Постоянное укрытие состоит из деревянных стропил, обшитых горбылем; слоя толя; слоя сухого торфа или опилок толщиной 50...60 см (для средней зоны нашей страны) и слоя земли толщиной 10...15 см.

Со стороны подъездных дорог в каждом бурте устраивают по четыре люка для загрузки и выгрузки продукции, которые выполняют при помощи транспортеров.

Вентилируют продукцию вентиляторами. Воздух от вентилятора попадает сначала в основной канал, а затем расходится в два боковых канала, проходящих между парами буртов. Вся система каналов расположена под землей. Стенки каналов кирпичные, перекрытие выполнено из легких бетонных плит. Из бокового канала воздух по асбестоцементным раздаточным трубам поступает в котлован бурта под деревянной решеткой, на которой уложена продукция (кочаны капусты). Пройдя под давлением через штабель продукции и охладив ее, воздух выходит наружу через вытяжные трубы в коньке укрытия бурта. Управляют работой вентиляторов вручную и автоматически при помощи полупроводниковых терморегуляторов ПТР-2 и ПТРД, чувствительные элементы которых устанавливают в буртах. Существуют и другие конструкции модернизированных буртов.

4.2. СТАЦИОНАРНЫЕ ХРАНИЛИЩА

Хранить картофель, овощи и плоды в стационарных хранилищах и особенно в комплексах надежнее и экономически выгоднее. В них легче поддерживать требуемый режим хранения, больше возможностей загрузки, выгрузки и товарной обработки продукции, проще проводить ее реализацию.

4.2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАЦИОНАРНЫХ ХРАНИЛИЩАХ ДЛЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Хранилища для картофеля, овощей и плодов различают по следующим основным характеристикам: назначение, вместимость, планировка, строительно-конструктивные особенности, система регулирования условий хранения, способ размещения продукции, механизация загрузки и выгрузки, экономические показатели.

По назначению хранилища делят на картофеле-, корнеплодо-, капусто-, луко-, плодохранилища. Длительное совместное хранение различной продукции неудобно, так как условия хранения и способы размещения их различны.

По вместимости (200...30 000 т) типовые хранилища подразделяют на малые, средние и крупные. Строительные затраты в расчете на 1 т хранящейся продукции в больших хранилищах ниже, чем в малых.

Планировка хранилищ предусматривает, что их сооружают из железобетонных или металлических конструкций. Как правило, ширина и длина зданий и камер кратны 6 м (36×6 ; 36×12 ; 36×18 ; 72×18 ; 6×6 ; 6×12 ; 12×12 м и т. д.).

Хранилища могут состоять из одного помещения для хранения продукции или из помещений для приемки, обработки, хранения и подготовки продукции ее к реализации. В большинстве проектов хранилищ предусмотрен сквозной автопроезд шириной 4...6 м. Это позволяет доставлять продукцию непосредственно к месту складирования. В небольших хранилищах и в районах с очень суровой зимой въезд не делают, а загружают продукцию через люки, которые легче утеплять.

Схема фруктохранилища вместимостью 1000 т приведена на рис. 4.3.

В некоторых хранилищах с обеих сторон устраивают тамбуры, в которые въезжают автомобили. Зимой сначала открывают наружную дверь тамбура, после того как въедет транспорт, ее за-

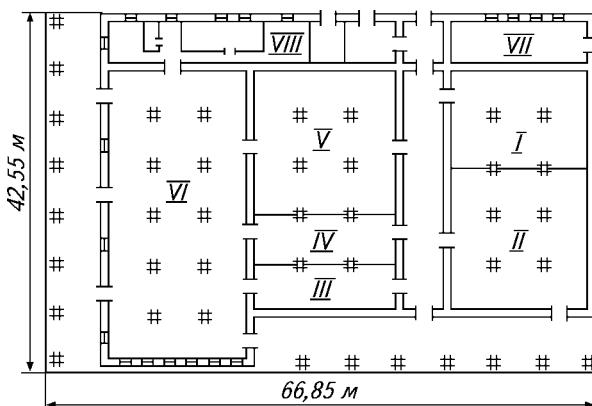


Рис. 4.3. Фруктохранилище вместимостью 1000 т:

I...V — камеры; VI — цех товарной обработки; VII — компрессорная; VIII — бытовые помещения

крывают и открывают внутренние ворота. Так предохраняют хранилище от проникновения в него холодного воздуха. Кроме теплых наружных ворот имеются и решетчатые — для охлаждения продукции естественной циркуляцией воздуха в холодное время суток.

Строительно-конструктивные особенности хранилищ заключаются, в частности, в устройстве углубления, которое в первую очередь зависит от уровня грунтовых вод, который должен быть, как минимум, на 2 м ниже основания хранилища. Углубление приводит к стабильности режима хранения, т. е. устойчивости температуры и влажности, но возведение заглубленных хранилищ связано с выполнением большого объема земляных работ, кроме того, в них сложнее устраивать въезд для транспорта. Хранилища полу-заглубленного и заглубленного типа проектируют, как правило, для районов с расчетной зимней температурой наружного воздуха от -30 до -40 $^{\circ}\text{C}$.

Проектируют хранилища, имеющие два этажа: подвальный, полностью заглубленный, и наземный. Наземными чаще всего устраивают плодохранилища, так как к ним обычно пристраивают светлое помещение для товарной обработки плодов (или платформу с навесом), что значительно труднее выполнить при углублении здания. Также проектируют наземными хранилища для лука, чтобы легче поддерживать требуемую пониженную влажность воздуха. В некоторых случаях проектируют полузаглубленные картофеле- или овощехранилища с обваловкой выступающей части стен землей, чем достигается сокращение объема земляных работ и используются теплозащитные свойства земляного укрытия. Применяемые в настоящее время в строительстве современные теплоизоляционные материалы позволяют обеспечить надежную термостабильность наземных хранилищ.

Для обеспечения надежной изоляции в хранилищах при *проектировании конструкции дверей и ворот* используют принцип шлюзования, который заключается в следующем. Во-первых, резкие перепады наружной температуры гасятся между двумя утепленными воротами, где находится неподвижный воздух, который служит температурным буфером. Во-вторых, в широких утепленных воротах, обеспечивающих въезд автотранспорта, устраивают малые двери для входа и выхода обслуживающего персонала.

Чтобы в хранилищах могли свободно передвигаться штабелеры-погрузчики или другие механизмы, полы в них делают с асфальтовым или бетонным покрытием. В некоторых случаях, например в хранилищах для лука, устраивают приподнятый над основанием решетчатый пол, который выполняют в виде съемных секций из деревянного бруса. Имеются проекты, в которых твер-

дое покрытие пола предусмотрено лишь в проезжей части хранилища, а в остальной (под закромами) — уплотненное глинобитное.

Перекрытия хранилищ в последнее время устраивают совмещенной конструкции, в которой железобетонные плиты и теплоизоляция не разделены, отсутствует чердачное помещение. При правильном расчете толщины теплоизолирующего материала и обеспечении защиты его от увлажнения (гидро- и пароизоляция) такие перекрытия служат надежно, не промерзают, на их внутренней поверхности не выпадает конденсат. Кроме того, эти перекрытия просты в строительстве. В хранилищах с таким перекрытием для предохранения верхнего слоя хранящейся продукции от отпотевания его поверхность делают шероховатой, на колоннах под перекрытием устанавливают отопительно-рециркуляционные установки для подогрева воздуха над поверхностью насыпи продукции.

4.2.2. СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА ХРАНЕНИЯ

Для регулирования режима хранения в картофелхранилищах применяют систему вентиляции, в плодохранилищах — системы вентиляции и искусственного охлаждения, в лукохранилищах — системы вентиляции и отопления.

Существует две системы вентиляции: естественная и принудительная, которая, в свою очередь, имеет разновидность — активное вентилирование (рис. 4.4).

В основу принципа действия *естественной вентиляции* положены законы тепловой конвекции. При этом нагретый воздух движется вверх, а холодный — вниз, благодаря чему создается тяга. Чем большая разность температур в хранилище и снаружи, тем больше скорость движения и напор воздуха. Система естественной вентиляции состоит из приточных и вытяжных труб.

Приточные трубы, выполненные в виде деревянных, плотно сбитых коробов, покрытых снаружи битумом и слоем толя или другим защитным пропитывающим материалом, устанавливают обычно у боковых стен с наружной стороны. В не-

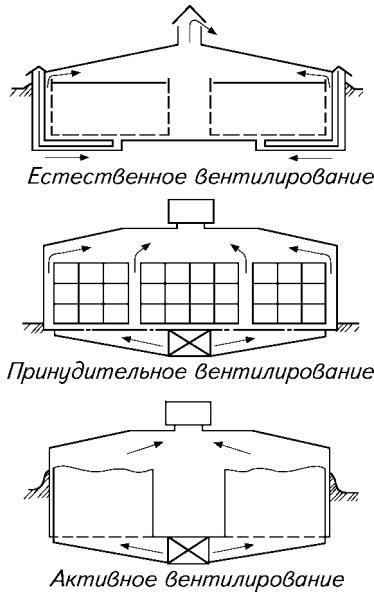


Рис. 4.4. Системы вентиляции хранилищ

которых случаях в качестве приточных используют асбокементные трубы. Поскольку входные отверстия приточных труб находятся на небольшой высоте над уровнем земли, надо следить за тем, чтобы зимой они не оказались под снегом и были защищены козырьками для предотвращения попадания в них атмосферных осадков. Внутренние отверстия приточных труб оборудуют заслонками и выводят у основания хранилища под решетчатый приподнятый пол закромов, стеллажей или в проезжей части.

По козырьку перекрытия в верхней зоне хранилища устанавливают вытяжные трубы, которые сверху защищают козырьками. Необходимо строго следить, чтобы их обрез не выступал внутрь хранилища, так как это затрудняет удаление теплого и влажного воздуха. Для предотвращения образования в трубах конденсата и появления в хранилище «капели» трубы выполняют утепленными в виде двойных плотных дощатых досок с прокладкой между ними теплоизолирующего материала (войлок, стекловата, пенопласт и др.).

Вытяжные трубы рекомендуется делать высокими, так как скорость движения воздуха возрастает при увеличении разности высот между отверстиями приточных и вытяжных труб.

Конструктивные особенности системы естественной вентиляции и число труб зависят от особенностей хранящейся продукции, климатических условий зоны и вместимости хранилища. Сечение приточных труб принимают равным $0,2 \times 0,2$ м в небольших хранилищах и $0,3 \times 0,3$ м — в крупных. Число труб определяют, соблюдая следующее соотношение: одна труба на каждые 15...30 т картофеля в зависимости от климатической зоны (на юге и юго-западе Российской Федерации число труб и их сечение больше, на севере и северо-востоке — меньше). Число приточных труб в расчете на единицу вместимости в капустохранилищах принимают на 50 % больше, чем в картофелехранилищах. Обычно число устанавливаемых вытяжных труб в 2...3 раза меньше, чем приточных, но сечение каждой из них значительно больше — до $0,5 \times 0,5$ м. В среднем общее сечение вытяжных труб должно быть примерно на 10 % больше, чем приточных.

Одним из недостатков естественной вентиляции является то, что скорость движения воздуха в системе вентиляции хранилища составляет не более десятых долей метра в секунду, из-за чего воздухообмен в хранилище незначителен и не обеспечивает (особенно осенью) быстрого охлаждения хранящейся продукции. Увеличить поступление воздуха и ускорить охлаждение при естественной вентиляции нельзя. Это ведет к тому, что, например, в средней зоне Российской Федерации в хранилищах с естественной вентиляцией оптимальная температура хранения овощей и картофеля устанавливается, как правило, только через 1,5...2,5 мес после загрузки продукции в хранилище.

Принудительная вентиляция устраниет этот недостаток естественной, так как в этом случае вместо тепловой конвекции воздуха в хранилище используется вентилятор, посредством которого можно регулировать количество подаваемого воздуха, а следовательно, управлять режимом хранения. Как правило, принудительную вентиляцию используют в хранилищах средней и большой вместимости, при этом воздух принудительно подают в хранилище, а удаляется он в результате создающегося напора через вытяжные трубы. В особо крупных хранилищах в вытяжных трубах устанавливают вентиляторы. За один час в осенний и весенний периоды принудительная вентиляция должна обеспечить 20...30-кратный воздухообмен, зимой — 10...15-кратный, так как в этот период температурный режим в хранилище стабилизируется.

В целом система активного вентилирования представляет собой цепь каналов с плотными стенками, по которым воздух поступает под штабель продукции и проходит через него. На каналах устанавливают заслонки для регулирования подачи воздуха в ту или иную часть хранилища. Во всех случаях воздух подают в штабель продукции снизу вверх, и его движение совпадает с направлением естественного теплового потока в продукции. Подача воздуха в ином направлении может быть причиной образования внутренних зон отпотевания продукции.

Воздух, поступающий в хранилище, распространяется вентилятором по сети подземных каналов с выводными щелевыми отверстиями, равномерно распределенными по всей площади пола. Пerekрывают вентиляционные каналы в полу съемными бетонными или металлическими плитами, что обеспечивает возможность вскрывать и очищать каналы после сезона хранения.

Продукцию в хранилищах с принудительной вентиляцией размещают в таре (ящиках, контейнерах), уложенной в штабеля таким образом, чтобы воздух омывал каждую единицу упаковки. В случае, когда необходимо усилить циркуляцию воздуха, внутри хранилища и между штабелями контейнеров применяют комплексную принудительную вентиляцию, состоящую из приточной и вытяжной подсистем. В этом случае приточная подсистема состоит из вентиляторов и подпольных каналов со щелями для выхода воздуха в хранилище, а вытяжная подсистема включает вентиляторы, расположенные по периметру хранилища в верхней зоне в проемах между штабелями контейнеров. Таким образом, вентиляция обеспечивает активное перемешивание воздуха в горизонтальном и вертикальном направлениях и создает потоки воздуха между рядами контейнеров внутри штабелей. Благодаря этому в массе хранящейся продукции создается стабильный температурный и влажностный режим, снижаются потери и увеличивается срок хранения.

Активное вентилирование благодаря подаче воздуха снизу вверх через насыпь продукции дает возможность увеличить размеры штабелей хранящейся продукции, тем самым практически все помещение хранилища может быть занято продукцией. При активном вентилировании высота штабеля ограничивается только механической прочностью экземпляров продукции (для клубней картофеля она может достигать 6 м) и необходимостью сохранения воздушного промежутка у стен и перекрытия хранилища (0,5...0,6 м). Хранилища с активным вентилированием имеют самый высокий коэффициент полезного использования объема, поэтому они наиболее выгодны для массового хранения овощей и картофеля.

Основное преимущество активного вентилирования — возможность быстрого охлаждения продукции и поддержания заданной температуры. Скорость охлаждения зависит от климатических условий зоны, особенностей объектов хранения, устройства системы распределения и количества подаваемого воздуха.

Характеризуют систему активного вентилирования показателем удельная подача воздуха — количество воздуха, которое проходит через каждую тонну продукции в час. Основные показатели активного вентилирования для некоторых овощей приведены в табл. 4.4.

4.4. Основные показатели активного вентилирования для средней зоны России (по Е. П. Широкову и В. И. Полетаеву)

Вид продукции	Высота слоя, м	Удельная подача воздуха, м ³ /(т · ч)	Режим работы вентиляторов в зимний период
Картофель, свекла	4...5	60...80	4...6 раз в сутки по 30 мин
Морковь	2...3	60...80	То же
Лук	2...3	70...100	2...3 раза в сутки по 40 мин
Капуста	2...3	100...120	5...6 раз в сутки по 40 мин

Типовые хранилища с активным вентилированием строят в виде полузаглубленных зданий с центральным проездом. Оборудуют хранилища, как правило, двумя мощными центробежными вентиляторами, установленными в торцовых частях, т. е. каждый из этих вентиляторов обслуживает половину хранилища. Производительность вентиляторов зависит от необходимой удельной подачи воздуха. Наибольшее распространение в системах активного вентилирования хранилищ получили вентиляторы марки Ц4-70 № 7...12, ВО-7, ВО-5,6 и др.

Проложенные под полом, воздухораспределительные каналы выполняют с постепенным сужением к концу для того, чтобы давление и скорость движения воздуха во всей сети были одинаковыми. Схемы расположения вентиляционных каналов в хранилищах для хранения на валом в закромах или сплошным слоем картофеля и овощей приведены на рис. 4.5.

Воздух для охлаждения подают по магистральным каналам 5, из которых он по распределительным каналам 4 поступает под решетчатый пол 3 в трехгранные решетчатые каналы 7 — при хранении в закромах или по каналам 8 — при хранении на валом сплошным слоем. Воздух выходит через вытяжные шахты 1. При необходимости холодный воздух может поступать в хранилище через решетчатые ворота тамбура 6.

Сечение каналов рассчитывают по производительности вентиляторов так, чтобы скорость в главном канале не превышала 8...10 м/с, а в боковых — 4...5 м/с. Скорость выхода воздуха из воздухораздающих устройств в насыпь продукции должна составлять 2 м/с. Для равномерного распределения воздуха в штабеле продукции боковые каналы размещают через каждые 1,5...2,0 м, а щели в них — через 0,5...0,8 м. При расчете воздухораздачи учитывают

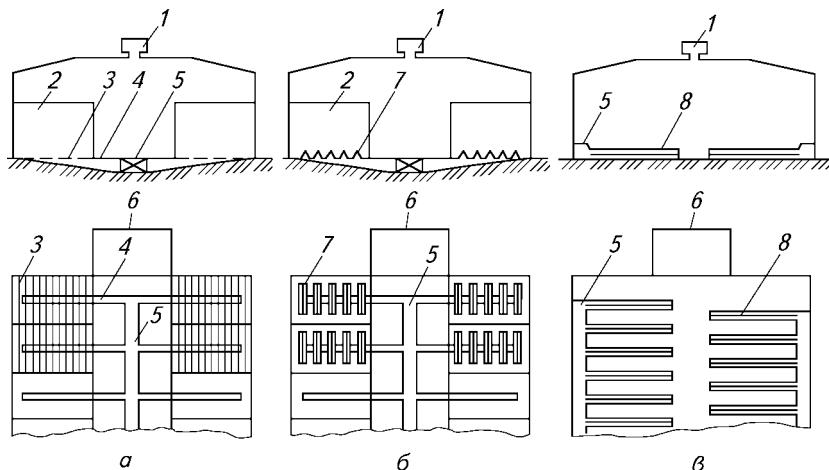


Рис. 4.5. Схемы расположения вентиляционных каналов (по Ю. Г. Скрипникову):

a — хранилище закромного типа с решетчатым полом; *б* — хранилище закромного типа с трехгранными решетчатыми каналами; *в* — хранилище на瓦льного типа с трехгранными решетчатыми каналами:

1 — вытяжные шахты; 2 — закрома; 3 — решетчатый пол; 4 — распределительные каналы; 5 — магистральные каналы; 6 — решетчатые ворота тамбура; 7 — трехгранные решетчатые каналы; 8 — каналы

площадь закрытия продукцией щелей в полу и просветов решеток: для картофеля и лука — на 50 %, для корнеплодов и капусты — на 40 %. Кроме того, учитывают скважистость насыпи, которая составляет (%): для картофеля — 40...50; моркови, свеклы столовой — 50...55; брюквы, репы — 42...48; лука, чеснока — 30...35; капусты кочанной — 50...55.

Чтобы воздух проходил через насыпь овощей и не растекался в стороны, стенки закромов делают плотными до самого основания.

Работу системы активного вентилирования автоматизируют при помощи датчиков температуры (термопар, термометров со-противления), по сигналам которых включаются и выключаются вентиляторы, в нужном положении устанавливаются заслонки в смесительной камере. Степень автоматизации оборудования в системах активного вентилирования может быть различной:

простой случай, когда вентилятор включают вручную, а выключается он при помощи датчика наружной температуры в момент опасности подмораживания продукции;

усложненная схема, когда вентилятор включается автоматически по показаниям датчика температуры в штабеле продукции (в тот момент, когда она согревается);

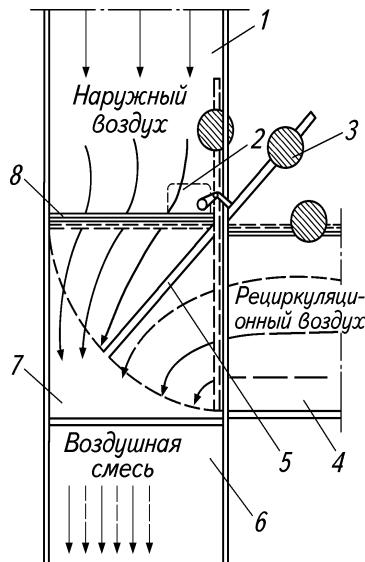
полностью автоматизированная схема, при которой контролируется температура наружного воздуха, воздуха в штабеле продукции и в главном канале системы, благодаря чему осуществляется автоматическая установка заслонок, управляющих подачей наружного воздуха и воздуха из хранилища, и обеспечивается подача в хранилище смеси воздуха заданной температуры.

Автоматизированная система активного вентилирования позволяет выравнивать температуру в различных зонах штабеля, используя для этого рециркуляцию воздуха путем забора его из хранилища и подачи в штабель без подмешивания наружного. Это важно в зимний период, когда температура наружного воздуха низкая и продукция уже охлаждена. Рециркуляцию используют также для удаления из штабеля влаги, образующейся при дыхании овощей и картофеля. В некоторых хранилищах предусмотрена возможность подогрева воздуха калорифером. Например, в сухую морозную погоду наружный подогретый в калорифере воздух добавляют для того, чтобы подсушить рециркуляционный воздух. Если требуется понизить температуру рециркуляционного воздуха, то наружный воздух не подогревают. Для получения необходимой температуры воздуха, подаваемого в хранилище, в смесительном клапане смешивают в определенном соотношении наружный и рециркуляционный воздух.

Смесительный клапан прикреплен к воздуховоду приточной шахты 1 (рис. 4.6) и к магистральному воздуховоду 6. Смесительная заслонка 5 с противовесом 3 соединена с исполнительным

Рис. 4.6. Схема смесительного клапана:

1 — воздуховод приточной шахты; 2 — исполнительный механизм; 3 — противовес; 4 — воздуховод; 5 — смесительная заслонка; 6 — магистральный воздуховод; 7 — смесительная камера; 8 — подогреватель



механизмом 2. Заслонка 5 может принимать одно из трех положений, обеспечивая при этом смешивание наружного и рециркуляционного воздуха из воздуховода 4 в смесительной камере 7, а также подачу в магистральный воздуховод только рециркуляционного или наружного воздуха.

Для поддержания заданной относительной влажности воздуха в хранилище применяют увлажнители и осушители воздуха различных систем.

На рис. 4.7...4.9 приведены схемы некоторых наиболее распространенных увлажнителей воздуха, используемых в хранилищах.

Ротационные увлажнители воздуха устанавливают в вентиляционном канале в отверстие днища 2 (см. рис. 4.7) так, чтобы края направляющего аппарата 7 находились на уровне внутренней поверхности днища канала, а бак 6 — под днищем.

Увлажнитель можно подвешивать под потолком и несущим элементом строительных конструкций при помощи подвесок и подключать к нему трубопровод для подачи воды и электрокабель.

Ротационный (дисковый) увлажнитель воздуха состоит из перфорированного самобалансирующегося диска 3 диаметром 500 мм,

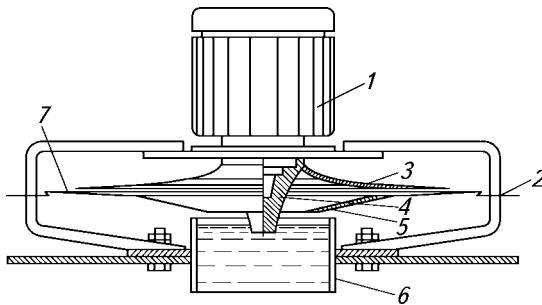


Рис. 4.7. Ротационный увлажнитель воздуха:

1 — электродвигатель; 2 — днище; 3 — перфорированный самобалансирующийся диск; 4 — водозаборный конус; 5 — водосборная воронка; 6 — бак для воды; 7 — направляющий аппарат

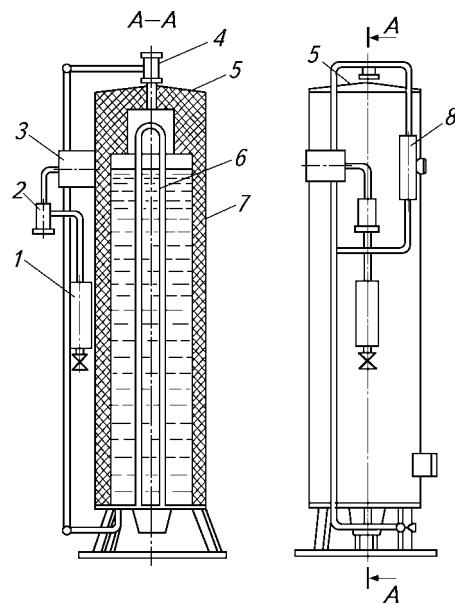


Рис. 4.8. Схема автоматического парового увлажнителя АУВ:

1 — противонакипное магнитное устройство; 2 — фильтр; 3, 8 — поплавковые клапаны; 4 — выпускной клапан; 5 — крышка корпуса; 6 — трубчатый электронагреватель; 7 — корпус теплоизолированный

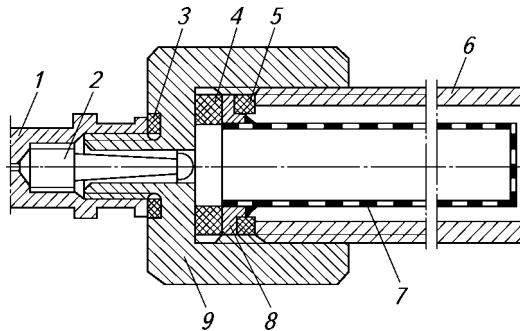


Рис. 4.9. Схема форсунки типа 1Б-06 для распыления воды:

1 — наконечник; 2 — распылитель воды; 3, 4, 5 — прокладки; 6 — труба; 7 — сетчатый фильтр; 8 — кольцо; 9 — гайка

водозаборного конуса 4, водосборной воронки 5, бака 6 для воды с регулируемым поплавковым клапаном, электродвигателя 1 (мощностью 0,45 кВт при производительности от 40 кг/ч или 0,75 кВт при производительности 160 кг/ч воды).

Увлажнитель работает следующим образом. При вращении водозаборного конуса 4 вода подсасывается к нижней поверхности диска 3, растекается по ней в виде тонкой пленки и перемещается к кромке диска. Здесь она срывается в виде мелких капель и попадает в поток воздуха, возникающий между вращающимся диском и направляющим аппаратом 7, с которого крупные капли воды возвращаются в бак.

Автоматический паровой увлажнитель АУВ применяют во фруктохранилищах. Он состоит из теплоизолированного корпуса 7(см. рис. 4.8), в котором установлен трубчатый электронагреватель 6 для подогрева воды. Для подогрева получаемого пара до 116...120 °C служит верхняя часть электронагревателя, расположенная над уровнем воды, который поддерживается при помощи поплавковых клапанов 3 и 8. Воду, подаваемую в подогреватель, пропускают через противонакипное магнитное устройство 1 и фильтр 2. Образовавшийся пар выбрасывается в поток холодного воздуха через выпускной клапан 4 паропровода, установленный в крышке 5 корпуса. Производительность увлажнителя АУВ — 20 кг/ч пара.

Форсунку типа 1Б—06 используют в хранилищах для увлажнения воздуха, подаваемого по каналам под продукцию. Она состоит из наконечника 1(см. рис. 4.9), в котором имеется отверстие диаметром 0,8 мм, винтового распылителя воды 2 и гайки 9, соединяющей наконечник с трубой 6. В местах соединения для герметизации предусмотрены прокладки 3, 4 и 5, а также кольцо 8. Внутри трубы установлен сетчатый фильтр 7 для того, чтобы отверстие наконечника форсунки не забивалось взвешенными частицами, находящимися в воде.

Для использования данной системы увлажнения воздуха в магистральный канал устанавливают трубы с форсунками, закрепленными попарно. Одна форсунка направляет факел воды по ходу потока воздуха, вторая — против. Воду, пропущенную через фильтр, в форсунки подают насосом из бака с поплавковым клапаном уровня воды. Количество подаваемой в форсунки воды регулируется вентилем, а ее давление контролируют по манометру.

Подаваемый вентиляторами воздух увлажняется в результате мелкодисперсного распыления воды форсунками и выходит из магистрального канала в камеру хранилища через воздухораздающие каналы. Например, на один вентилятор ЦЧ-70 № 10 производительностью 30 000 м³/ч достаточно одного увлажнителя с двумя форсунками.

Для полной автоматизации работы систем активного вентилирования используют:

системы ШАУ-АВ, ШАУ-АВМ для хранилищ с одной вентиляционной установкой;

системы ШАХ-1 для хранилищ, в которых две—четыре вентиляционные установки;

систему «Среда-1» для хранилищ с пятью—восемью вентиляционными установками;

систему «Среда-2» для лукохранилищ с одной или четырьмя вентиляционными установками.

Система «Среда-1» выпускается в нескольких исполнениях: «Среда-1—5» — для пяти, «Среда-1—6» — для шести, «Среда-1—8» — для восьми вентиляционных камер с установкой соответствующего количества блоков на стеллажах шкафа, так как каждый блок рассчитан на управление одной вентиляционной камерой, двумя электрокалориферами и холодильной машиной.

Система «Среда-1» обеспечивает:

подачу наружного воздуха, температура которого ниже, чем продукция;

по программе периодическое включение и выключение приточных вентиляторов в режиме циркуляции, рециркуляции или смешивания воздуха;

подогрев или охлаждение воздуха до заданного режимом значения;

аварийную защиту продукции от переохлаждения или перегрева;

автоматическое поддержание оптимальной температуры внутри камеры.

В качестве датчиков температуры в этих системах используют логометры, которые показывают температуру в массе продукции, вентиляционных камерах и верхней зоне хранилища и имеют переключатели точек замера температуры (она может измеряться в 39 точках). В системе имеется универсальный переключатель работы вентиляторов на требуемый режим: «Лечебный», «Охлаждение» или «Хранение» и переключатель перевода управления вентиляцией на ручное или автоматическое.

Поскольку холодоснабжение хранилищ может быть централизованным (от общей компрессорной установки) или с использованием автономных холодильных машин, то в системе «Среда-1» установлен тумблер для переключения холодоснабжения с одного вида на другой.

Для регулирования температуры в разных зонах хранилища устанавливают терморегуляторы: в верхней зоне хранилища — терморегулятор БИЗ-11, в массе продукции — БИЗ-12, в вентиляционных каналах — БИЗ-11П.

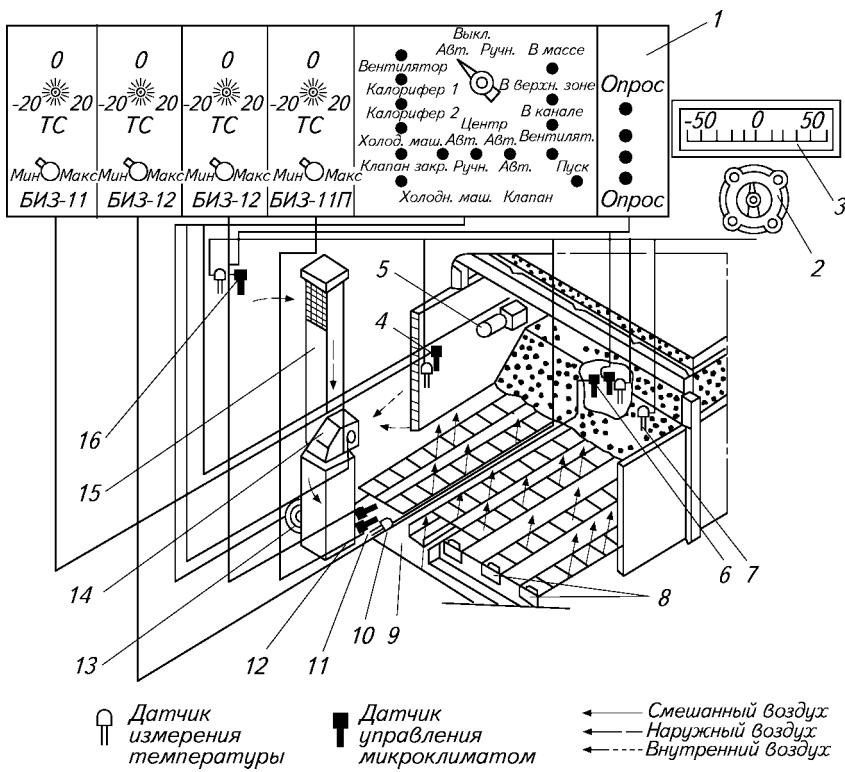


Рис. 4.10. Схема расположения датчиков автоматики системы «Среда-1»:

1 — панель блока управления; 2 — переключатель; 3 — логометр; 4, 6, 11 — регуляторы температуры; 5 — электрокалорифер; 7, 10, 16 — датчики; 8 — шибер; 9 — вентиляционный канал; 12 — терморегулятор; 13 — вентилятор; 14 — смесительный клапан; 15 — вентиляционная шахта

На рис. 4.10 приведена схема расположения датчиков автоматики системы «Среда-1» в секции хранения вместимостью 1000 т продукции.

Сигнальные и контрольные лампочки от датчиков измерения температуры, размещенных в различных местах хранилища, установлены на панели 1 блока управления.

Регулятор температуры 4 размещён в нижней зоне хранилища, датчик 7 и регулятор 6 — в массе продукции.

Поступающий в вентиляционную шахту приточный воздух контролируется датчиком 10, находящимся рядом с регулятором температуры 11 приточного воздуха.

Терморегулятор 12, установленный в магистральном приточном канале, защищает продукцию от подмораживания. Когда на-

ружный воздух холодный, то часть воздуха забирается из хранилища при помощи смесительного клапана 14.

Электрокалорифер 5 служит для подогрева воздуха, подаваемого в хранилище.

Вентилятор 13 предназначен для циркуляции воздуха. Выход воздуха из вентиляционного канала 9 под продукцию регулируют шиберы 8.

Логометр 3 показывает температуру, регистрируемую датчиками, которые переключаются переключателем 2.

Датчик 16 управляет разницей температуры массы продукции и наружного воздуха.

В последнее время появилось много новых технических средств автоматизации работы систем вентиляции и кондиционирования в хранилищах, складах и т. п. Для контроля температуры в массе продукции и в помещении хранилища используют дистанционные термометры ПЭТ-ТС, ТЭТ-2, ТБ-1, ДТ типа ТПТ и др., регуляторы температуры на всю систему вентиляции.

Для измерения относительной влажности воздуха разработан датчик — *гигристор*, который кроме контроля влажности воздуха позволяет обнаруживать очаги болезней продукции. Определено, что над очагом заболевания хранящейся продукции размером 0,5...1,0 м влажность воздуха повышается примерно на 10 %. Гигристоры, размещенные в хранилищах в разных зонах над хранящейся продукцией, выявляют такие места.

В качестве показывающих и регистрирующих приборов используют «Технограф-160М», который предназначен для измерения и регистрации по 12 каналам стандартных сигналов от датчиков температуры, влажности, давления, расхода, уровня и других датчиков, регистрирующих технологические параметры, а также для сигнализации о выходе за установленные значения и регулирование параметров технологического процесса. Конкурентные преимущества и конструктивные особенности этого прибора: современная элементная база; 12 гальванически разделенных аналоговых входов; любое сочетание сигналов; аналоговая или цифровая регистрация измеренных значений на диаграммной ленте шириной 160 мм одновременно с датой и временем; показания на цифровом табло в единицах измеряемой величины; измерения и регистрация мгновенного расхода (функция «корнеизвлечение») и суммарного значения расхода (функция «интегрирование»); встроенный интерфейс RS232 дает возможность передавать данные на расстояние до 8 м, а интерфейс RS485 — на расстояния до нескольких километров; шестицветная фломастерная печатающая головка; упрощенное подключение датчиков и некоторые другие.

В настоящее время автоматическое управление инженерными системами стало уже нормой для всех современных объектов.

Применение программируемых микропроцессоров позволяет своевременно и должным образом реагировать на постоянно меняющиеся условия работы оборудования. Кроме того, эффективное управление системами вентиляции и кондиционирования в хранилищах позволяет экономить энергоресурсы, уменьшать нагрузку на оборудование.

4.2.3. СПОСОБЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОДУКЦИИ И МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ХРАНИЛИЩАХ

Продукцию в хранилище размещают по заранее составленному плану с учетом наиболее рационального использования вместимости склада, эффективной организации погрузочно-разгрузочных работ, обеспечения оптимального режима хранения и возможности доступа к плодам для наблюдения за ними и соблюдения соответствующей очередности реализации отдельных партий.

Различают следующие способы размещения продукции в хранилищах: на стеллажах (лук-севок, дыни); в закромах (картофель, корнеплоды); штабелями в таре (картофель, капуста, корнеплоды, лук, плоды, зеленые овощи, ягоды).

В качестве тары используют контейнеры, ящики, лотки, картонные короба, пакеты и др.

Если в хранилище применяют активное вентилирование, то все хранилище сплошь загружают высоким слоем овощей, практически хранилище превращают в один закром для картофеля, капусты, свеклы, моркови или лука.

На *стеллажах* продукцию хранят редко, так как при этом объем хранилища используется нерационально, работы сложно механизировать. Между стеллажами устраивают узкие проходы шириной 0,7...0,8 м. Для разных видов овощей ширина полок колеблется в широких пределах от 1 до 2 м, просветы между полками по высоте составляют 0,8...1,0 м. Как правило, хранение на стеллажах устраивают в небольших хранилищах. Полезный объем хранилищ в этом случае составляет не более 35...40 %. Все работы по укладке продукции на стеллажи выполняют вручную.

В хранилищах с естественной и активной вентиляцией картофель и корнеплоды размещают в *закромах*. Сооружают закрома в хранилище по обе стороны от проезда, вместимость их 10...50 т.

Если хранилище невысокое и оборудовано естественной вентиляцией, то продукцию в нем хранят в закромах слоем 1,8...2,0 м. Это обеспечивает достаточно полное использование объема хранилищ (на 40...45 %). Технология загрузки-выгрузки хранилищ в этом случае сравнительно простая. Затаренную продукцию (в корзинах, ящиках, мешках) подвозят автомашинами в проезд хранилища. Продукция из автомашины пересыпается в закрома по де-

ревянным лоткам-спускам или при помощи передвижных транспортеров. Если хранилище не имеет въезда, то закрома загружают с улицы через люки, в которые устанавливают транспортеры. Чтобы погасить скорость падения продукции, применяют брезентовые рукава и щитки. Для облегчения загрузки и выгрузки продукции переднюю стенку закрома делают разборной из досок, устанавливаемых в пазы между брусками, прибитыми к стойкам под углом 30°. Высоту передней стенки меняют, вставляя или вынимая отдельные доски.

В хранилищах с активным вентилированием продукцию размещают в закромах размером 6×6 м при высоте загрузки 3...5 м. Вместимость такого закрома в зависимости от хранящейся продукции 40...90 т, объем хранилищ при этом используется на 65...70 %. Стенки закромов выполняют из плотно подогнанных досок, а в средней секции передней стенки, на высоте 1 м от пола, устраивают окно для выгрузки продукции.

В закрома хранилищ с активным вентилированием продукцию загружают при помощи самоходного транспортера-загрузчика ТЗК-30, который выпускается в трех модификациях: ТЗК-30А — для загрузки картофеля, корнеплодов и лука-репки; ТЗК-30А-1 — для загрузки капусты и кормовых корнеплодов; ТЗК-30А-2 — для загрузки картофеля, столовых корнеплодов, лука-репки и выгрузки их из хранилищ при агрегатировании с транспортером-подборщиком ТЗК-30А-2 (рис. 4.11).

Транспортер-загрузчик ТЗК-30А-2 имеет приемный бункер 2 вместимостью 4 т с подвижным дном в виде ленточного транспортера. Перед бункером крепятся въездные пандусы 1. Бункер опирается на передний 3 и задний ведущий 5 мосты. Подъемный ленточный лопастной транспортер 10 длиной 2450 мм служит для подъема продукции к выгрузному транспортеру-стреле 8 длиной

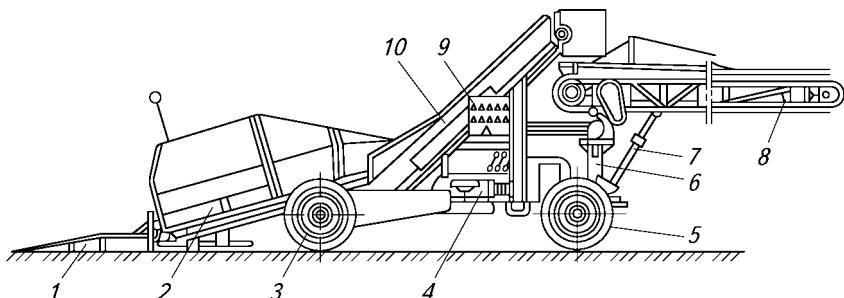


Рис. 4.11. Транспортер-загрузчик ТЗК-30А-2:

1 — въездные пандусы; 2 — приемный бункер; 3 — передний мост; 4 — электропривод; 5 — задний ведущий мост; 6 — поворотная колонка; 7 — гидроподъемник; 8 — выгрузной транспортер; 9 — пульт управления; 10 — ленточный лопастной транспортер

5...8 м. Поворотной колонкой 6 транспортер перемещается в горизонтальном направлении, а при помощи гидроподъемника 7 поднимается на высоту 0,3...6,0 м в вертикальном направлении.

Полотно приемного бункера приводится в движение от электродвигателя через червячный редуктор и цепную передачу, которые смонтированы на раме транспортера-загрузчика. Полотно подъемного транспортера приводится в движение электродвигателем через контрапривод, состоящий из клиноременной и цепной передач, смонтированных на транспортере. Рама выгрузного транспортера выполнена из двух самостоятельных ферм: одна длиной 5 м, другая — 3 м. Это дает возможность изменять длину стрелы от 8 до 5 м в зависимости от условий работы. Колонка стрелы поворачивается при помощи электропривода 4. Гидросистема предназначена для подъема и опускания приемного бункера при переводе машины из рабочего положения в транспортное и обратно, изменения угла наклона выгрузного транспортера машины и поворота колес. Все механизмы машины включаются и выключаются с пульта управления 9.

Для загрузки капусты в хранилище сконструирован транспортер ТЗК-30М, который отличается от серийного ТЗК-30А-2 тем, что между подъемным транспортером 10 и выгрузным 8 установлено приспособление — листоотделитель с боковым транспортером. При поступлении кочанов с подъемного транспортера свободные листья через зазоры между вальцами листоотделителя падают на боковой транспортер и удаляются, а кочаны поступают на стрелу. Рабочие органы приводятся через редуктор от электродвигателя. При необходимости приспособление снимают и используют транспортер как обычно.

Для перемещения ТЗК-30А-2 требуется проезд шириной 6 м, обслуживает его один оператор, производительность транспортера до 30 т/ч.

Разработан более мощный транспортер ТЗК-50 производительностью до 50 т/ч.

Транспортер-подборщик ТПК-30 (рис. 4.12) работает так же, как и транспортер ТЗК-30А-2. Управляют его работой с пульта управления. Производительность транспортера-подборщика — 30 т/ч.

Находят применение и другие транспортеры для загрузки и выгрузки продукции в хранилища:

система транспортеров СТХ-30 предназначена для загрузки и выгрузки картофеля и овощей при навальном способе хранения. Состоит система из приемного бункера, подъемного транспортера, пяти ленточных транспортеров, длина каждого из которых 6 м;

система транспортеров ТХБ-20 предназначена для загрузки и выгрузки картофеля и овощей при навальном способе хранения сплошным слоем в закромах. Состоит система из роликового под-

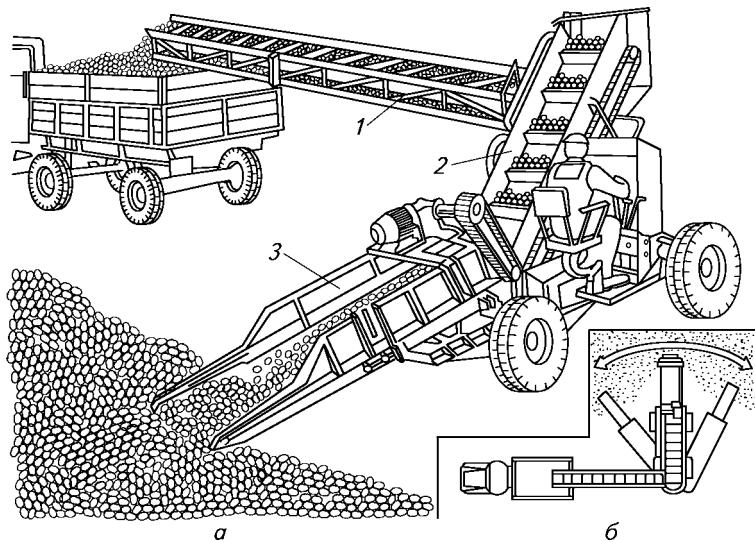


Рис. 4.12. Транспортер-подборщик ТПК-30:

a — общий вид; *б* — схема работы: 1 — выгрузной транспортер; 2 — ленточный лопастной транспортер; 3 — транспортер-подборщик

борщика, верхнего и нижнего транспортеров, тележки, переносного трехметрового транспортера, четырех шестиметровых транспортеров, подъемного транспортера, приемного бункера и пульта управления.

Картофель, корнеплоды и овощи можно выгружать из хранилища при помощи ленточных транспортеров, устанавливаемых в распределительном вентиляционном канале под полом закрома.

Хранение картофеля и овощей в закромах (закромный способ) из-за наличия в хранилище проезда и неполного использования его объема нерационально. Производительность труда в процессе загрузки и выгрузки продукции низкая в связи с тем, что много времени тратится на разборку и сборку передних стенок закромов. Кроме того, при закромном способе хранения недостаточно эффективно используются средства механизации. Учитывая указанные недостатки, закромный способ хранения в основном используют для хранения семенного картофеля и маточников овощных культур в том случае, когда нужно сохранить раздельно несколько сортов.

С точки зрения эффективности использования средств механизации перспективным является *секционный* способ хранения, суть которого сводится к тому, что хранилище разделяют на автоном-

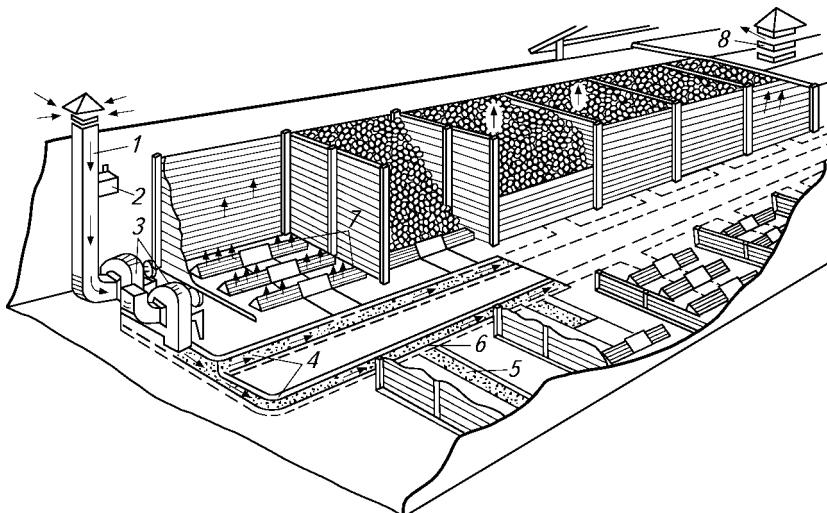


Рис. 4.13. Схема закромного хранилища для корнеплодов:

1 — приточная шахта; 2 — смесительная камера; 3 — вентиляторы; 4 — подземный магистральный канал; 5 — боковой канал; 6 — задвижка; 7 — распределители воздуха; 8 — шахта вытяжная

ные секции вместимостью 500...700 т с навальным способом размещения продукции. Это дает возможность рационально размещать в хранилище картофель разных сортов и овощи, а также ма-точники овощных культур.

Схема закромного хранилища для корнеплодов приведена на рис. 4.13.

Использование жесткой тары [контейнеры разной конструкции вместимостью 200...800 кг (рис. 4.14), деревянные ящики на 25...35 кг, коробки, лотки на 10...15 кг] дает возможность полностью механизировать все процессы загрузки и выгрузки овощей, картофеля и плодов в хранилищах.

Для рационального использования вместимости камер продукцию в ящиках, пакетах, ящиках на поддонах и контейнерах следует устанавливать в штабеля, которые должны быть устойчивыми. Для этой цели используют различные схемы размещения ящиков, обеспечивающие их лучшую связку.

Для примера на рис. 4.15 приведены схемы размещения ящиков во фруктохранилищах.

Оперативность и темп работ по загрузке и разгрузке хранилищ, штабелированию и перемещению продукции в значительной мере зависят от используемой тары. Тара всех видов должна обладать

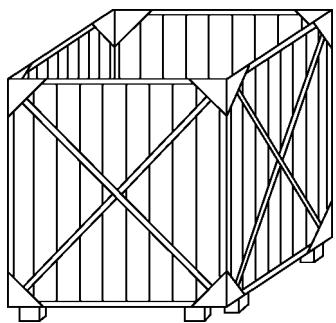


Рис. 4.14. Контейнер для плодов и овощей

достаточной механической прочностью и иметь стандартные размеры. Ящики должны выдерживать нагрузки при размещении в штабеле высотой 3...5 м, контейнеры — до 8 м. Ящики помещают на стандартные поддоны размером 800×1200 мм, а сформированные грузовые пакеты устанавливают в штабель по 4...5 ярусов в высоту. Для размещения продукции в малопрочной таре (лотки, картонные коробки) используют специальные стоечные поддоны с жесткими металлическими стойками по углам, которые принимают на себя нагрузки от вышестоящих в штабеле грузовых пакетов.

Деревянные поддоны должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать вес трехъярусных штабелей. Конструкция нижней части поддона не должна препятствовать доступу воздуха. Число досок в верхнем настиле поддона должно быть достаточным, чтобы на них можно было разместить коробки из фибрового картона. Для равномерного распределения груза по поверхности поддона используют листы из фибрового картона с отверстиями для циркуляции воздуха.

Для циркуляции воздуха между штабелями оставляют расстояние 4...5 см, а между рядами штабелей — 10 см. В камерах площадью до 100 м² штабеля целесообразно размещать без проходов. В

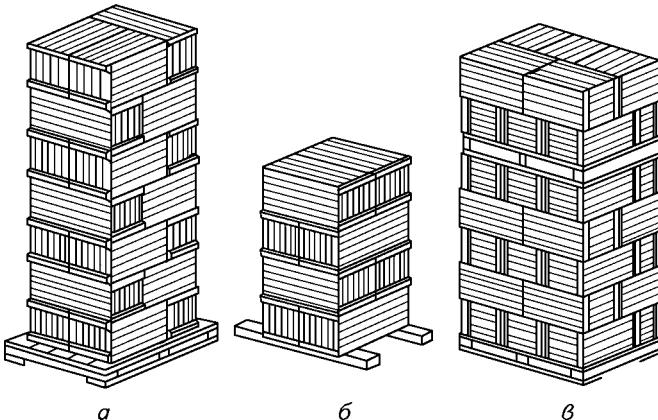


Рис. 4.15. Размещение ящиков во фруктохранилищах:

a — тройником; *б* — накрест; *в* — пятериком на поддонах

камерах большой площади предусматривают проходы шириной 2,5 м — при загрузке средствами механизации и 1,2 м — при ручной укладке. Проход устраивают у одной из стен — при ширине камеры до 12 м, посредине камеры — при ширине 24 м и более.

Размещение плодов и овощей на хранение пакетным способом имеет следующие недостатки: в связи с тем что ящики с продукцией укладывают на поддон в месте ее сбора (поле, сад), механизировать можно только погрузку и выгрузку уже готовых пакетов; поскольку при перевозке ящики сдвигаются с места, перед закладкой в хранилище их нужно поправлять на поддоне или перекладывать на другой поддон; прочность ящиков меньше, чем контейнеров, поэтому высота размещения их в хранилище ограничена; не обеспечивается достаточная плотность размещения продукции (по сравнению с применением контейнеров).

Анализ приведенных недостатков пакетного способа хранения показывает, что более перспективным является применение контейнеров. Например, при хранении яблок в контейнерах вместимость холодильника увеличивается на 20 % по сравнению с использованием ящиков. Применение контейнеров не только ускоряет проведение всех погрузочно-разгрузочных операций, перемещение и штабелирование продукции, но и обеспечивает возможность формирования более высоких и устойчивых штабелей; при этом снижается механическая повреждаемость плодов.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ в хранилищах, где реализуют пакетный или контейнерный способ размещения плодов и овощей, используют автопогрузчики, электропогрузчики и электроштабелеры. Погрузчик захватывает груз, поднимает на требуемую высоту, укладывает в штабель и разгружает его. Автопогрузчики применяют при работе на открытом воздухе, электропогрузчики — в основном при работе в хранилищах, а также на открытом воздухе. Работы внутри помещения проводить автопогрузчиком нельзя, особенно в холодильниках, так как выхлопные газы опасны для человека и нарушают режим хранения плодов и овощей.

Основные составные части автопогрузчика: грузоподъемное оборудование и пневмоколесная ходовая часть. В зависимости от расположения рабочего оборудования на ходовой части различают погрузчики с фронтальным (передним) грузоподъемником — для перевозки груза на вилочных подхватах и с боковым — для погрузки на платформу и выгрузки с нее.

Автопогрузчик 4014 работает от двигателя внутреннего сгорания. Ходовая часть имеет раму 13 (рис. 4.16), на которой установлен двигатель 5, агрегаты и системы силовой передачи и ходовое устройство — ведущий мост 12 и ось 10, прикрепленная к балке 6. Ось соединена с управляемыми колесами шарнирно, что позволя-

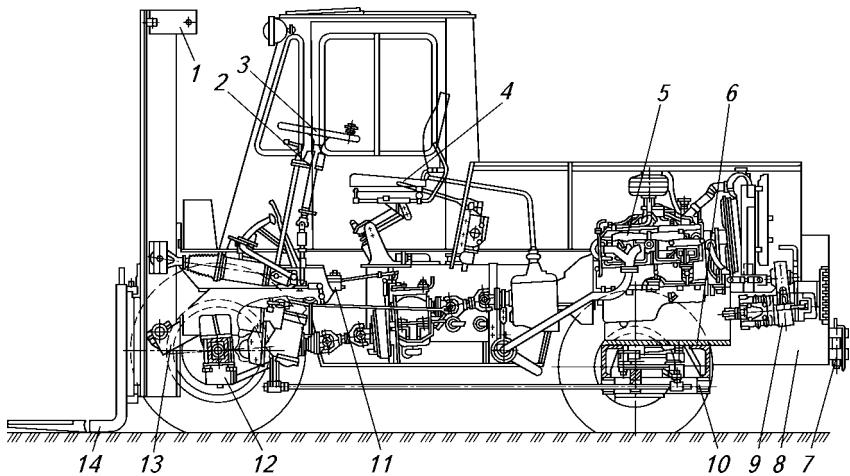


Рис. 4.16. Автопогрузчик 4014:

1 — грузоподъемное оборудование; 2 — пульт управления; 3 — руль; 4 — мягкое регулируемое сиденье; 5 — двигатель; 6 — балка; 7 — скоба буксирная; 8 — противовес; 9 — гидросистема; 10 — ось; 11 — тормозная система; 12 — ведущий мост; 13 — рама; 14 — вилочный подхват

ет сохранять контакт всех колес при движении по площадке с неровностями и распределять равномерно нагрузку на управляемые колеса. В автопогрузчике имеется тормозная система 11.

Грузоподъемное оборудование 1 имеет вилочный подхват 14. В концевой части погрузчика расположены противовес 8 и буксирная скоба 7. Подъем груза осуществляется при помощи гидросистемы 9. Управление грузоподъемником производится при помощи пульта 2 и руля 3 с рабочего места машиниста, которое оборудовано мягким регулируемым сиденьем 4, расположенным в кабине. Грузоподъемность погрузчика 5000 кг, высота подъема 3300 мм, радиус поворота 3550 мм.

Электропогрузчик 4004А (рис. 4.17) работает от аккумуляторных батарей 7.

На подъемной колонке 2 закреплен вилочный подъемник-захват 1, который работает от гидравлического механизма 8. На рулевой колонке 4 имеется ручка тормоза 3, при помощи которой фиксируется стационарное положение погрузчика в момент подъема и установки груза. Пульт управления 5 погрузчиком находится рядом с сиденьем 6 водителя.

Грузоподъемность электропогрузчика 750 кг, высота подъема 2800 мм, радиус поворота 1550 мм.

Электроштабелеры (ЭШВ-186, ЭШПВ-1,0) в отличие от электропогрузчиков имеют дополнительный механизм продольного

движения грузоподъемника, а электроштабелер марки ЭШПВ-1,0 еще и механизм поворота грузоподъемника вправо и влево на 90°.

Для иллюстрации работы электропогрузчиков на рис. 4.18 приведена схема загрузки хранилища ящиками.

На поддон ящики чаще всего устанавливают пятериком по 4...5 по высоте и получают пакет. Контейнеры или пакеты выгружают из автомобилей 3 при помощи электропогрузчика 5 и устанавливают в штабель, высота которого зависит от высоты хранилища и вида тары. Электропогрузчики при работе маневренны, бесшумны, обеспечивают быструю загрузку камер, не требуют применения ручного труда.

Недостатки тарного способа размещения продукции на хранение заключаются в следующем:

высокая стоимость тары (например, стоимость контейнеров составляет до 60...70 % стоимости хранилища), что значительно увеличивает затраты на хранение, особенно для дешевых видов продукции;

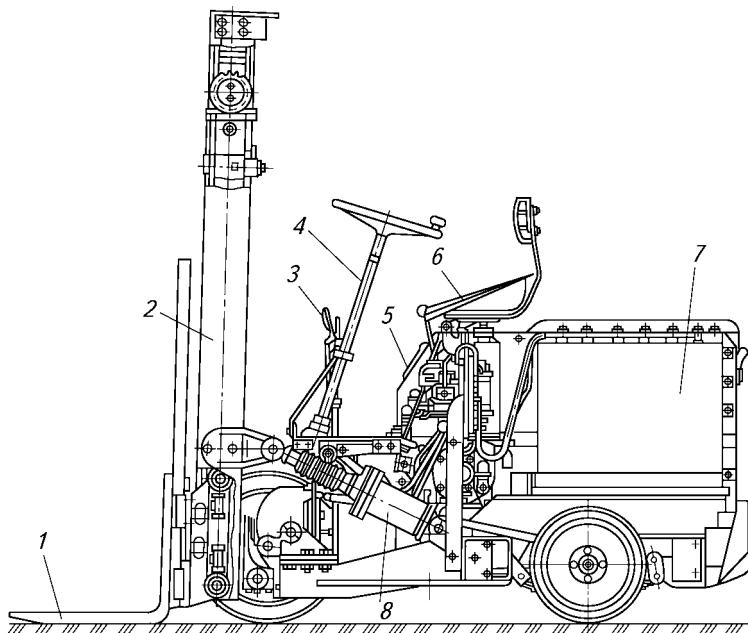


Рис. 4.17. Электропогрузчик 4004А:

1 — вилочный подъемник-захват; 2 — подъемная колонка; 3 — ручка тормоза; 4 — рулевая колонка; 5 — пульт управления; 6 — сиденье водителя; 7 — аккумуляторные батареи; 8 — гидравлический механизм

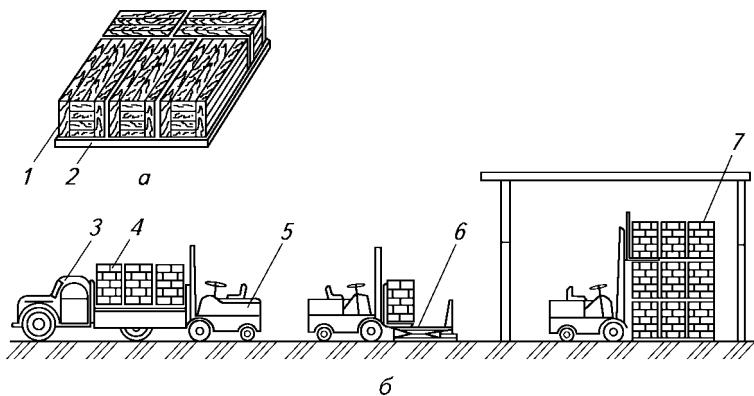


Рис. 4.18. Схема загрузки хранилища ящиками:

а — схема установки ящиков на поддон пятериком; *б* — схема загрузки камеры: 1 — ящик; 2 — поддон; 3 — автомобиль; 4 — пакет; 5 — электропогрузчик; 6 — весы; 7 — штабель

для комплексной механизации при уборке и тарном размещении необходимо значительное количество погрузчиков и подъемников одновременно в поле и в хранилище;

при тарном хранении не всегда удается выдерживать технологические требования хранения (например, предупредить отпотевание картофеля в верхнем ярусе контейнеров труднее, чем при активном вентилировании сплошного слоя клубней одинаковой высоты).

В зависимости от вида плодов и овощей и от хозяйствственно-экономических условий выбирают тот или иной способ размещения продукции, а чаще их сочетание. В крупных плодоовощных объединениях в городах, где не только хранят, но и подготавливают картофель и овощи к реализации (сортировка, калибровка, иногда мойка, чистка, фасовка), применение контейнеров более эффективно, так как они обеспечивают механизацию большей части работ.

4.3. ПЛОДООВОЩНЫЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ

Холодильник — это изолированное от окружающей среды помещение с установками искусственного охлаждения. В этих помещениях поддерживают оптимальный режим хранения плодов и овощей независимо от внешних температурно-влажностных условий, благодаря чему сроки хранения продукции продлеваются до созревания урожая следующего года, потери ее снижаются до минимума, а качество остается высоким. Однако строительство и эк-

сплуатация холодильников обходится значительно дороже обычных хранилищ, но они быстро окупаются, поэтому развитие хранения овощей и плодов идет по пути сооружения крупных холодильников.

Здания и сооружения холодильников имеют следующие сроки амортизации: строительная часть — 30 лет; холодильные установки и электрооборудование — 15 лет; оборудование для товарной обработки продукции и механизации погрузочно-разгрузочных работ — 7...10 лет.

Принимая во внимание мировой опыт строительства и размещенность холодильников, развитие в нашей стране рыночной экономики, можно выделить следующие тенденции в размещении, проектировании и строительстве холодильников на ближайшую перспективу:

увеличение доли средних и мелких холодильников в общем балансе холодильных емкостей;

строительство холодильников в зоне непосредственного производства сельскохозяйственной продукции с учетом ее частичной переработки;

переход на применение в строительстве быстровозводимых конструкций с применением высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

При этом проектируемые холодильники должны обеспечивать технологические параметры, а проектные решения должны позволять переход от типовых проектов к индивидуальным с учетом требований заказчика.

Обычно холодильники проектируют в виде одноэтажных наземных зданий (рис. 4.19), в крупных городах иногда строят сооружения в 3...7 этажей.

В настоящее время одноэтажные быстроразборные холодильники сооружают с использованием самых передовых мировых технологий из металлокаркаса и трехслойных панелей типа «сэндвич», где между двумя слоями горячевыпеченых стальных листов толщиной 0,7...0,8 мм, окрашенных снаружи порошковой краской в электростатическом поле, находится слой заливочного пенополиуретана [теплоизоляционные свойства пенополиуретана: коэффициент теплопроводности — 0,022 Вт/(м · К); объемная плотность — (50 ± 5) кг/м³]. Толщина панелей 75...250 мм в зависимости от температурных режимов эксплуатации.

Для сборки металлокаркаса и крепления к нему панелей холодильника используют болтовые соединения. Панели соединяют между собой эксцентриковыми замками, встроенными в торцы панелей по периметру с предварительной прокладкой специального уплотнителя-комприбанда. Холодильники вместимостью до 250 т могут быть укомплектованы с металлической

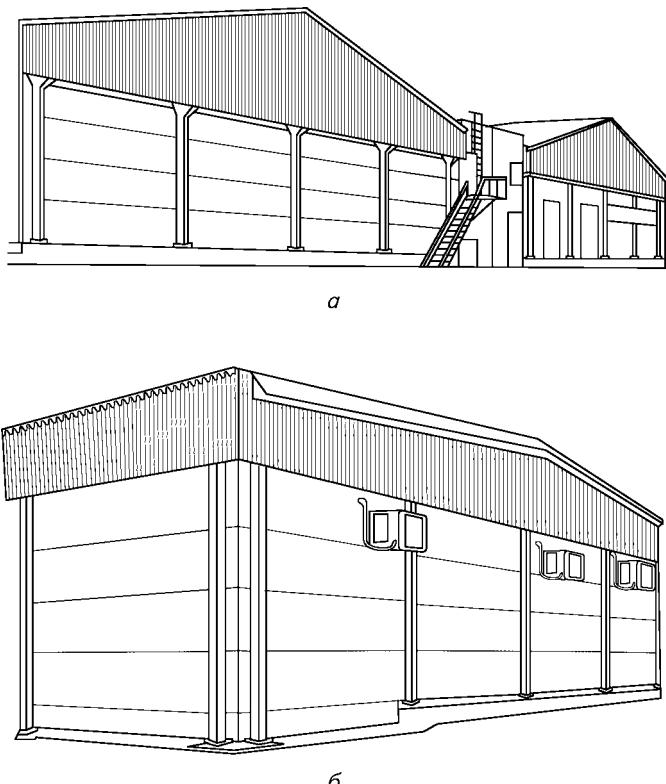


Рис. 4.19. Внешний вид одноэтажных наземных холодильников:

а — холодильник с железобетонным фундаментом; *б* — холодильник на металлической фундаментной раме

фундаментной рамой, что не требует устройства железобетонных фундаментов.

Двери в камеры откатные или распашные, автоматизированные с устройством гибких ленточных занавесей из прозрачного пластика. Требования к подгонке и теплоизоляции дверей в холодильниках значительно выше, чем в хранилищах. Размер двери должен быть такой, чтобы в камеру мог въехать штабелер-погрузчик. У дверей крупных камер устраивают теплоизолирующую воздушную завесу. Вентилятор забирает воздух из камеры и плоской струей через растрub направляет с большой скоростью вдоль дверного проема, отсекая при этом наружный воздух. После монтажа теплоизоляции и гидроизоляции внутреннюю поверхность стен окрашивают специальными красками серого или песочного (или

другого по требованию заказчика) цвета, что придает помещениям хранения привлекательный вид. Наружную поверхность стен покрывают синтетической белой краской или применяют в качестве обшивки алюминиевые листы, чтобы обеспечить высокую отражательную способность и уменьшить поглощение солнечного тепла.

Пол холодильных камер покрывают цементом или асфальтом и обычно не используют теплоизоляцию. Чтобы избежать утечки холода в стыке пола со стенами, слой теплоизоляции опускают ниже уровня пола или вводят его под пол.

Стоимость строительной части с термоизоляцией обычно составляет около 60 % общей стоимости строительства холодильников для овощей и плодов.

Из сборных холодильных камер можно строить холодильники практически любых размеров (рис. 4.20). Вместимость камер в зависимости от общей вместимости холодильника и его назначения колеблется от 25 до 500 т. Сроки строительства сокращаются в 3...4 раза по сравнению с сооружением холодильников обычным методом.

В настоящее время наиболее распространена планировка холодильников для овощей и фруктов по принципу «холодного контура», при которой в одном торце здания располагается светлое помещение (участок, цех) товарной обработки с размещенным в нем оборудованием и запасом тары, в другом — машинное отделение, между ними — камеры хранения с выездом в изолированный холодный коридор. Такая планировка снижает потери холода при загрузке и выгрузке продукции из камер в теплые периоды года.

Чтобы выгружать продукцию, доставленную автотранспортом, у одной из продольных сторон здания сооружают крытую платформу, по высоте соответствующую кузову автомашины. В крупных холодильниках оборудуют две платформы: с одной стороны здания — автомобильную, с другой — железнодорожную, высота которой должна соответствовать уровню пола вагона.

Для охлаждения камер при хранении продукции в холодильниках используют преимущественно компрессорные холодильные установки (см. раздел 2.6). В крупных холодильниках применяют аммиачные холодильные установки, которые имеют высокую производительность и централизованно обслуживают все камеры хранения, что затрудняет регулирование температуры в каждой из них при хранении разных видов продукции. Еще одним недостатком аммиачных холодильных установок является то, что для охлаждения нагревшейся воды при их работе требуется сооружать специальное устройство — градирню.

Этих недостатков лишены фреоновые холодильные установки: в них конденсатор охлаждается воздухом, они проще и экономич-

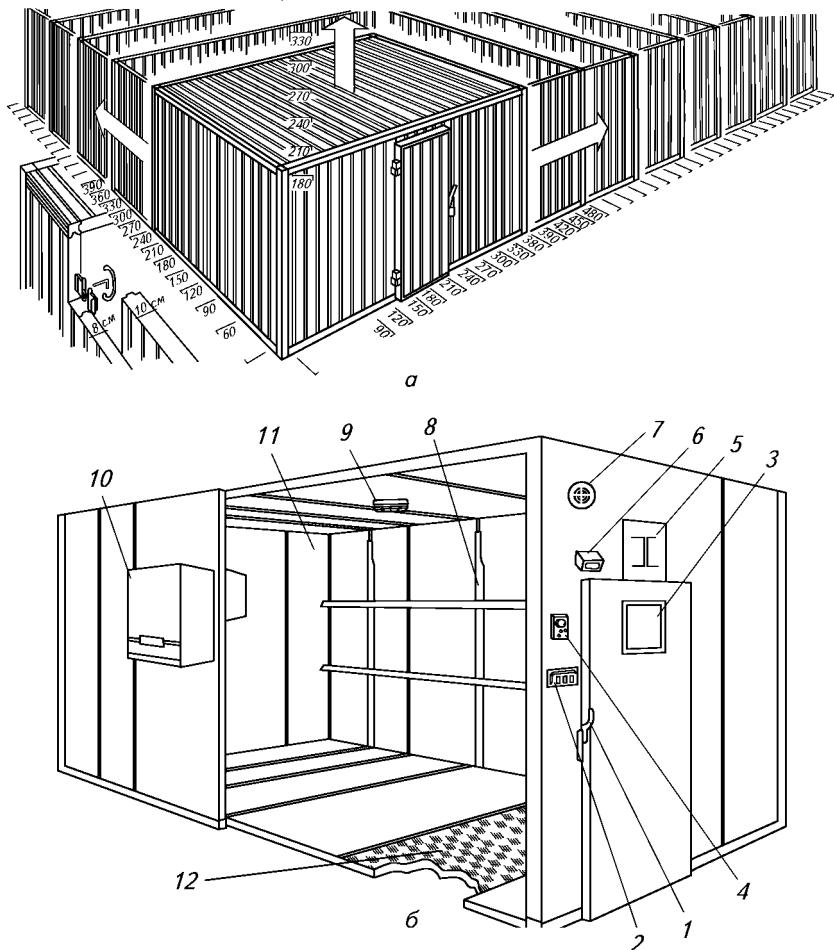


Рис. 4.20. Сборная холодильная камера и монтаж холодильника:

a — сборная холодильная камера; *b* — монтаж холодильных камер; *1* — дверная ручка с замком; *2* — выключатель; *3* — смотровое окно; *4* — блок аварийной сигнализации; *5* — окно под «монарельсы»; *6* — термометр; *7* — разгрузочный клапан; *8* — каркасное оборудование; *9* — светильник; *10* — моноблок; *11* — теплоизоляционные панели; *12* — влагостойчивое покрытие пола

нее в эксплуатации, их монтируют отдельно на каждую камеру, что дает возможность поддерживать в камерах оптимальную для каждого вида продукции температуру.

В камерах хранения продукции холодильников используют в основном две системы охлаждения: непосредственное и рассольное, иногда применяют смешанные системы охлаждения, в кото-

ных сочетают батареи и воздухоохладители. В применяемых в холодильниках системах охлаждения батареи размещают на стенах, потолке камеры и между штабелями продукции. При этом в небольших камерах заданная температура поддерживается во всех зонах. В крупных камерах для выравнивания температуры во всех зонах применяют периодическое перемешивание воздуха вентилятором (кратность циркуляции воздуха в камере — 8...10 объемов в час). В некоторые камеры для выравнивания температур устанавливают специальные воздухоохладители, закрепляемые на полу камеры на постаментах или подвешиваемые к потолку.

Воздухоохладитель (рис. 4.21) представляет собой блокированные в общем кожухе испаритель холодильной установки, увлажнитель воздуха и вентилятор.

Он работает следующим образом. Воздух забирается вентилятором из камеры, увлажняется, затем охлаждается испарителем и возвращается в камеру. В некоторых случаях воздухоохладители устанавливают в коридоре или в отдельном помещении, а для забора и возврата воздуха их соединяют воздуховодами с камерой хранения. Размещение воздухоохладителей вне камеры или подвешивание на потолке позволяет увеличить площадь загрузки камеры продукцией.

При работе в камерах холодильников из-за конденсации и вымораживания воды на охлаждающих элементах воздух теряет влагу, что приводит к высоким потерям массы хранящейся продукции. Для устранения этого недостатка используют кожуховое охлаждение камер (воздушную рубашку). В этом случае камеру хранения окружают воздушной полостью, в которой устанавливают охлаждающие батареи. Воздух, охлажденный до заданной температуры, при помощи вентиляторов равномерно циркулирует по кожуху. Камера хранения не сообщается с воздушной полостью, но температура в них поддерживается почти одинаковая. Основные достоинства кожухового охлаждения: конденсации влаги в помещении не наблюдается, температура и влажность воздуха поддерживаются на постоянном уровне, убыль массы продукции минимальна. Однако кожуховое охлаждение также имеет недостаток — вследствие высокой влажности

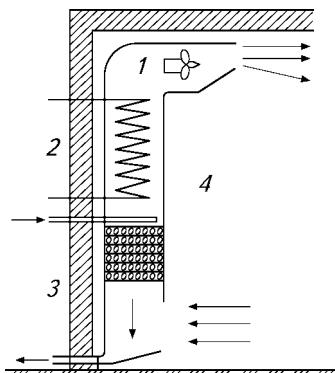


Рис. 4.21. Воздухоохладитель (по Е. П. Широкову и В. И. Полегаеву):

1 — вентилятор; 2 — охлаждающий элемент; 3 — блок увлажнения; 4 — камера хранения продукции

воздуха создаются благоприятные условия для развития плесневых и грибковых заболеваний плодов и овощей, поэтому при таком способе охлаждения камер необходимо тщательно выполнять все мероприятия по борьбе с болезнями.

Для поддержания оптимальной влажности воздуха в камерах холодильников используют увлажнение воздуха (разбрзгиваниею воды или при помощи специальных увлажнителей), а также размещение плодов и овощей в затаренном виде (в плотных ящиках, коробках, полиэтиленовых пакетах, ящиках или контейнерах, выстланных изнутри пленкой).

Широко применяют для увлажнения воздуха в камерах пароувлажнители УВП-1, увлажнители с использованием механических распылителей воды ЛН-1А, МАГ-3 и др. На рис. 4.22 приведена схема ротационного увлажнителя воздуха для камер холодильников.

Распылитель подвешивают на кольцах к потолку камеры и подводят к нему трубопровод с водой. При помощи поплавкового клапана 6 в корпусе 7 распылителя поддерживается постоянный уровень воды. Конус 5 с диском 4, вращаемым электродвигателем 2, вставлен в распылитель 3. Он подает воду на быстровращающийся диск, который отбрасывает ее на круглый распылитель и превращает в водяную пыль. Вентилятором 1, установленным на одной оси с электродвигателем, распыленная вода подается в камеру и увлажняет воздух. Производительность такого увлажнителя — до 6 л воды в час, производительность более мощного дискового увлажнителя воздуха МАГ-3 — до 30 л воды в час.

Работой увлажнителей можно управлять как вручную, так и автоматически.

Камеры загружают по-разному в соответствии с особенностями плодов и овощей. Быстрая загрузка плодов после съема — одно из важнейших условий длительного хранения. При хранении в местах производства желательно загружать плоды в охлаждаемые камеры в течение 4...5 ч после сбора и не позднее дня сбора.

Количество собранного урожая должно соответствовать возможности его транспортирования и загрузки в холодильник. При дальних перевозках про-

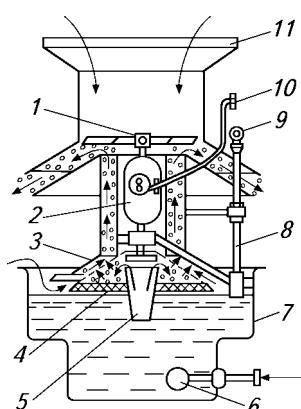


Рис. 4.22. Ротационный увлажнитель воздуха:

1 — вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — распылитель; 4 — диск; 5 — конус; 6 — поплавковый клапан; 7 — корпус; 8 — стойка; 9 — кольцо подвесное; 10 — кабель; 11 — диффузор

дукция должна быть предварительно охлаждена и в охлажденном состоянии погружена в холодильный транспорт. Предварительное охлаждение заключается в интенсивном воздействии холода на плоды, оно позволяет в течение короткого промежутка времени снизить интенсивность дыхания плодов и происходящих в них процессов жизнедеятельности (и созревания), уменьшить скорость развития микрофлоры и создать условия для поддержания естественной лежкоспособности плодов.

Для предварительного охлаждения плодов используют различные методы: воздушное охлаждение в камерах или тоннелях, гидроохлаждение, охлаждение вакуумированием и др.

Если продукция устойчива к охлаждению (лук-репка, капуста, корнеплоды, многие сорта яблок, виноград), то камеру большой вместимости можно загружать в течение 10...15 дней. При этом систему охлаждения в камере включают с начала загрузки. Чтобы не вызвать резких перепадов температуры и отпотевания уже хранящихся плодов и овощей, необходимо ежедневно загружать не более 10 % объема камеры. Неустойчивую к быстрому охлаждению продукцию (картофель, огурцы, томаты, яблоки отдельных сортов, перец, лимоны и др.) охлаждают постепенно. Для этого в течение 1...2 сут в отключенную от холодильной установки камеру загружают продукцию, после окончательного заполнения камеры включают холодильную установку и охлаждают ее до заданной температуры в зависимости от особенностей плодов и овощей 3...20 сут.

Плоды и овощи, упакованные в ящики или картонные короба, в холодильных камерах малых и средних размеров устанавливают в штабеля на обычных или стоечных поддонах штабелерами-загрузчиками. Часто продукцию помешают в сплошных штабелях, устанавливаемых на поддонах. Таким образом, нижний ряд ящиков оказывается приподнятым над полом на высоту поддона (около 15 см), при этом между стенами камеры и штабелем оставляют промежуток 40...50 см, между потолком и верхними ящиками — 30...50 см. Число проходов должно допускать возможность контроля за 50...60 % хранящейся продукции. В крупных камерах холодильника устанавливают штабеля контейнеров или ящиков на поддонах длиной 10...12 м и шириной 4...6 рядов. Проходы для осмотра продукции устраивают между штабелями.

Число штабелей и проходов зависит от конструктивных особенностей холодильников. Вместимость камеры холодильника определяют по числу контейнеров или ящиков в штабеле.

Пример. В камере планируют разместить яблоки в контейнерах вместимостью 0,2 т. Контейнеры устанавливают в штабель длиной 8, шириной 6 и высотой 6 контейнеров. В одной камере размещают четыре штабеля. Определить массу плодов, загружаемых в камеру.

Решение. В один штабель устанавливают $8 \cdot 6 \cdot 6 = 288$ контейнеров, всего в камере $288 \cdot 4 = 1152$ контейнера.

Вместимость одного штабеля $0,2 \cdot 288 = 57,6$ т.

Всего в камере 4 штабеля, следовательно, вместимость камеры — $57,6 \cdot 4 = 230,4$ т.

Для механизации погрузки, выгрузки и перемещения грузов на небольшие расстояния в холодильниках и их камерах применяют такие же самоходные подъемно-транспортные машины (автопогрузчики, электропогрузчики, электроштабелеры), как и в стационарных хранилищах (см. разд. 4.2.3).

4.4. ХОЛОДИЛЬНИКИ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДОЙ

В последнее время все более широкое применение получает способ хранения плодов и овощей в регулируемой газовой среде — РГС.

Способ хранения в РГС основан на хранении плодов при относительно низкой температуре ($0\dots4$ °C) в газовой среде, обедненной кислородом и обогащенной диоксидом углерода. Например, для большинства сортов яблок оптимальный состав газовой среды: $O_2 — 2\dots3\%$, $CO_2 — 2\dots5\%$, $N_2 — 92\dots94\%$. Для других плодов и овощей состав газовой среды может быть несколько иным, все зависит от особенностей сорта и культуры.

Опыт показывает, что применение РГС позволяет значительно удлинить сроки хранения плодов и овощей, уменьшить потери массы без заметного снижения их качества. Применение новых видов строительных конструкций для хранения продукции в РГС способствует развитию этого метода. Успех хранения овощей и плодов в РГС основан на соответствующем регулировании в них процессов послеуборочного дозревания, благодаря чему замедляется старение и отмирание тканей, уменьшается поражение некоторыми физиологическими заболеваниями, снижаются потери.

Изменение состава газовой среды в камерах холодильников или в малых пленчатых и других упаковках может быть достигнуто различными способами, которые делят на две группы: способы, использующие внутреннюю генерацию газовой среды; способы, использующие внешнюю генерацию газовой среды.

Под *внутренней генерацией* газовой среды понимают изменения состава среды, происходящие в результате естественного процесса жизнедеятельности плодов и овощей.

Внешняя генерация основана на создании газовой среды, что может быть достигнуто введением в камеру хранилища или в различные виды герметизированной тары газовых смесей или отдельных

компонентов (CO_2 , N_2) в требуемом соотношении. В этом случае может быть использовано специальное оборудование, снижающее, например путем сжигания, содержание O_2 .

Известно довольно много технических решений, обеспечивающих возможность изменения газового состава среды (воздуха) в соответствии с требованиями оптимального режима для каждого вида продукции. Многие из этих способов совмещают внешнюю и внутреннюю генерации, тем более что при хранении живых объектов внутреннюю генерацию исключить полностью практически невозможно, поэтому, используя внешнюю генерацию, следует принимать во внимание внутреннюю.

4.4.1. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ ХРАНЕНИЯ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ХОЛОДИЛЬНИКАХ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДОЙ

В целом оборудование холодильника с РГС не отличается от обычного и включает компрессионную установку с воздушным или батарейным охлаждением камер.

Однако одной из наиболее важных отличительных особенностей холодильников с РГС является необходимость создания *герметичной газоизоляции камер*, так как без надежной герметизации создать и поддерживать определенный состав газовой среды на постоянном уровне невозможно.

Для герметизации камер применяют различные приемы и материалы.

К газоизоляционным материалам предъявляют следующие требования: непроницаемость для диоксида углерода и кислорода; устойчивость к коррозии, микроорганизмам, механическим повреждениям; дешевизна; отсутствие запаха; удобство при проведении газоизоляционных работ.

Один из распространенных способов герметизации камер — монтаж изнутри сплошного металлического покрытия, сваренного из стальных оцинкованных листов толщиной 1,0...1,5 мм. При этом покрывают и стены, и пол, и потолок. В этом случае для защиты металла от коррозии на металлическое покрытие камер с обеих сторон наносят слой битума. Такая газоизоляция надежна, но дорога.

Для газоизоляции камер используют панели из разных материалов.

Панели из пористого пластика-пено полистиrola. К панелям с внешней стороны путем горячего прессования приклеивают гофрированный алюминий толщиной 80 мкм, который снаружи защищают слоем специального, устойчивого к коррозии лака. Стыки панелей после монтажа промазывают газо-

непроницаемой мастикой. Для этих целей можно также использовать специальный состав на основе эпоксидной смолы и битумно-латексной эмульсии.

Панели на основе полиуретанового утеплителя, облицованного гофрированным алюминием. В последние годы панели вместо алюминия покрывают слоем полимерного пластика с нанесением на него слоя синтетического желатина, что обеспечивает полную газонепроницаемость и отсутствие конденсата на стенах и перекрытии камеры. В качестве газоизолирующих материалов используют также эпоксидные смолы, газонепроницаемые краски, битумные мастики с каучуком.

Газоизоляцию стыков в зонах «стены — потолок» и «стены — пол» камер выполняют с особенной тщательностью. По всему периметру камеры для надежной газоизоляции стыка «стены — пол» делают желоб глубиной до 29 см. Этот желоб заливают газонепроницаемой гибкой асфальтовой мастикой. Тщательно герметизируют, заделывая газонепроницаемой мастикой и самоклеящейся лентой стыки, щели и потолочные углы, а также места ввода и вывода технологических и контрольных трубопроводов.

Особое внимание уделяют герметизации пола, так как при размещении продукции наибольшие механические нагрузки приходятся на пол. Эта работа ведется следующим образом: сначала на бетонное основание настилают слой асфальта толщиной 200 мм, затем слой армированного битума, который покрывают листами тонкого алюминия. Стыки листов промазывают мастикой и заклеивают липкой самоклеящейся лентой. Чтобы защитить алюминиевый слой от механических повреждений, на него кладут слой войлока, а затем сверху — армированные бетонные плиты толщиной 80 мм. Для предохранения стен от повреждения при загрузке и выгрузке продукции на плитах, ограничивающих периметр камеры, устанавливают бетонный выступ.

Для герметизации периметра дверного проема и периметр самой двери обрезинивают. Когда двери закрывают, их половинки соединяют при помощи винтовых или рычажных приспособлений. Для визуального контроля за состоянием хранящейся продукции без вскрытия камеры в основном полотне двери предусматривают смотровое окно. Конструкции дверей, открываемых движением в сторону, нашли наибольшее распространение в камерах с РГС.

Надежность герметизации камер проверяют несколькими способами:

в камерах при отключенной холодильной машине при помощи насосов создают избыточное давление, которое в течение 20...30 мин не должно быть ниже определенного предела;

в камере доводят концентрацию СО₂ до 5 %, а затем, ежедневно анализируя пробы газовой среды из камеры, проверяют, как эта концентрация снижается (снижение не должно превышать 0,15 % в сутки);

проверяемые участки ограждения смачивают мыльным раствором, который вспенивается в местах утечки;

внутрь камеры помещают дымное пламя и определяют места утечки по видимому выходу дыма или по его запаху с наружной стороны ограждения;

в камеру под слабым давлением вводят небольшое количество фреона, и места утечки обнаруживают снаружи при помощи специального индикатора этого газа — галоидной лампы.

Последний способ наиболее чувствителен, и с его помощью можно обнаружить даже незначительные дефекты герметичности камеры.

При быстром охлаждении в герметизированных камерах для хранения плодов и овощей в РГС могут возникать значительные перепады давления снаружи и изнутри, что может привести к нарушению герметичности. Чтобы этого избежать, в каждой камере устанавливают водянной клапан для выравнивания давления.

4.4.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОВЫХ СРЕД И ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОГО СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ

При хранении овощей и плодов применяют следующие три группы газовых сред:

нормальные, когда сумма концентраций О₂ и СО₂ равна 21 %, как и в нормальной атмосфере, но соотношение между этими газами изменено в пользу СО₂ (СО₂ — 5...10 %, О₂ — 11...16 %, остальное азот);

субнормальные, когда сумма концентраций О₂ и СО₂ составляет менее 21 % (соотношение газов уточняют применительно к каждому виду продукции, сорту и району выращивания);

газовые среды, полностью лишенные СО₂, с пониженным содержанием О₂ (до 2...3 %). Газовые среды этого типа содержат азот и минимальное количество О₂, необходимое для поддержания нормального дыхательного обмена плодов и овощей.

Для создания газовых сред используют два метода:

пассивный — для изменения состава атмосферы в закрытых емкостях или камерах используют дыхание самих объектов хранения;

активный — в закрытые емкости или камеры с помещенными в них объектами хранения подают газовую смесь заданного состава, подготовленную при помощи специальных агрегатов и установок.

При пассивном методе необходимый состав атмосферы образуется за 0,5...1,0 мес после начала хранения в зависимости от интенсивности дыхания плодов и овощей. При активном методе необходимый состав атмосферы может быть создан сразу или через несколько дней после начала хранения, но при этом требуется специальная аппаратура.

Получение заданного состава газовой среды при хранении продукции в герметичной упаковке. Самым простым из пассивных способов создания газовых сред является герметичная упаковка плодов и овощей в полиэтиленовую пленку, благодаря чему внутри упаковки в результате дыхания продукции создается повышенная концентрация CO_2 и пониженная O_2 .

В качестве упаковочного материала для плодов и овощей используют пленочные полимерные материалы, проницаемость которых зависит от их толщины. Пленку толщиной 30...60 мкм применяют для изготовления пакетов вместимостью 3...5 кг. В таких герметичных пакетах создается благоприятная для длительного хранения атмосфера, почти полностью исключающая потери от испарения влаги из объектов хранения, накапливается не более 4...5 % CO_2 , что вполне допустимо для хранения устойчивых видов и сортов плодов и овощей. Полиэтиленовая пленка большей толщины (100...200 мкм) почти непроницаема для газов, и поэтому при герметичной упаковке в нее продукции постепенно создается газовая среда с настолько высоким содержанием CO_2 , что возникают нарушения дыхательного газообмена и вообще обмена веществ, приводящие к неудовлетворительному результату хранения. Для устранения этого пленку перфорируют. Поскольку CO_2 тяжелее воздуха, то для интенсификации газообмена между атмосферой внутри упаковки и наружным воздухом отверстия перфорации должны быть расположены как можно ниже.

От площади поверхности упаковки, приходящейся на единицу массы упакованной продукции, зависит газообмен между герметично упакованными в полимерные пленки плодами и внешней средой. Для оптимального газообмена наиболее приемлема упаковка единичных экземпляров плодов и овощей: нанесение восковых или гидрофобных покрытий на каждый экземпляр продукции, упаковка в тонкую полиэтиленовую пленку (20...30 мкм) штучных экземпляров продукции (от 1 до 10 плодов).

Продукцию, обладающую достаточной механической прочностью (морковь, редис, огурцы, яблоки, груши), можно хранить в упаковках, в которых создан *вакуум*. Вакуумирование обеспечивает значительное снижение концентрации O_2 в упаковке (при остаточном давлении 50,6 кПа концентрация O_2 в упаковке около 10 %, при 25,3 кПа — 5 %), что благоприятно сказывается на каче-

стве хранимой продукции, тем более что концентрация СО₂ при этом оказывается низкой.

Получение заданного состава газовой среды при хранении продукции в жесткой таре с вкладышами. Разработана эффективная технология хранения плодов и овощей в жесткой таре с *вкладышами из полиэтиленовой пленки*, которой выстилают ящики. Верхнюю часть ящиков либо оставляют открытой, либо закрывают свободными концами пленки внахлест. В этом случае упаковка из полиэтиленовой пленки защищает продукцию от механических повреждений и ограничивает перенос спор фитопатогенных микроорганизмов из одной единицы упаковки в другую, что обеспечивает сокращение потери массы и отходов из-за фитопатогенной порчи.

Для снижения опасности накопления повышенных концентраций СО₂ и недопустимого снижения концентрации О₂ в герметичных упаковках из полиэтиленовой пленки толщиной более 100 мкм в одной из боковых стенок часть пленки заменяют *окном из силиконовой резины*, проницаемость которой для кислорода и диоксида углерода значительно выше, чем полиэтиленовой пленки толщиной 50 мкм.

Силиконовую вставку называют газообменником. При помощи газообменника накапливающийся в упаковках диоксид углерода быстрее диффундирует наружу, а потребляемый на дыхание кислород — внутрь емкости. В герметичных упаковках, подбирая размер газообменников, можно создавать и поддерживать оптимальный состав газовой среды в течение всего периода хранения продукции.

Газоселективные мембранны, обладающие избирательной проницаемостью для диоксида углерода и кислорода, выпускают серийно следующих марок: МД-А1, МДК, ПА-160, «Сигма». Подбор мембранны сводится к определению ее площади, размер которой берут из расчета на 1 кг хранящейся в упаковке продукции.

На рис. 4.23 показан крупногабаритный полиэтиленовый контейнер с вклеенным силиконовым газообменником ПА-160. Размеры основания контейнера и стандартного поддона, на котором размещают контейнер, одинаковы. Внутрь контейнера (при спущенных боковых стенках) устанавливают еще один поддон и на него ящики с поддонами.

Размещение ящиков в полиэтиленовом контейнере и установка контейнеров представлены на рис. 4.24, *а* и *б*. Наиболее распространен контейнер, вмещающий 600...800 кг яблок. После установки ящиков боковые стенки поднимают и горловину получившегося полиэтиленового мешка-контейнера затягивают резиновым жгутом (см. рис. 4.24, *а*). Для изготовления контейнера используют полиэтиленовую пленку толщиной 150...200 мкм. Недостаток этих

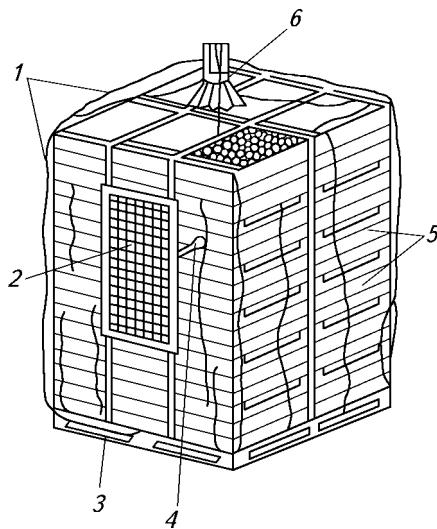


Рис. 4.23. Крупногабаритный полиэтиленовый контейнер с силиконовым газообменником:

1 — полиэтиленовая пленка; 2 — газообменник; 3 — поддон; 4 — трубка с зажимом для взятия проб газовой смеси на анализ; 5 — ящики с продукцией; 6 — горловина контейнера

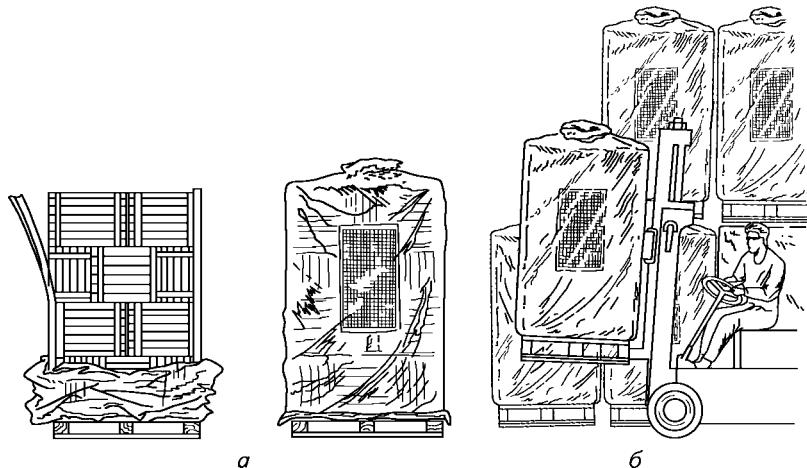


Рис. 4.24. Размещение ящиков в полиэтиленовом контейнере (а) и установка контейнеров (б)

контейнеров заключается в том, что полиэтиленовая пленка не защищена от механических повреждений снаружи и, кроме того, тара может повредить ее изнутри.

Полиэтиленовый контейнер с силиконовой мембраной, вставляемый в жесткий каркас типового контейнера, который защищает пленку от механических повреждений, более удобен в эксплуатации. Он позволяет выполнять все погрузочно-разгрузочные работы точно так же, как с типовым контейнером.

Чтобы регулировать газовый состав и облегчить отвод теплоты из срединной зоны герметичного контейнера из полиэтиленовой пленки, используют *теплогазообменники*. Селективно-проницаемая мембрана (теплогазообменник) 2 (рис. 4.25) заключена в перфорированный корпус из листового полистирола. В контейнер теплогазообменник устанавливают в процессе загрузки вертикально посередине. На верхней и нижней частях теплогазообменника жгутами затягивают пленку таким образом, чтобы его отверстия сообщались с атмосферой хранилища. Присутствие в контейнере такого теплогазообменника обеспечивает отвод теплоты и диоксида углерода и подвод кислорода в контейнер, что создает оптимальные условия хранения (потери составляют лишь 3...4 %).

Основной недостаток крупногабаритных контейнеров с газообменными мембранными состоит в том, что их применение требует значительных затрат труда.

Получение заданного состава газовой среды при хранении продукции под полиэтиленовыми накидками. Использование больших размеров *полиэтиленовых накидок*, которыми герметично укрывают штабеля продукции массой от 5 до 50 т, устраняет эти недостатки. Работу проводят следующим образом: плоды или овощи в таре устанавливают в штабель на полу хранилища или холодильной камеры, охлаждают до заданной температуры, а затем укрывают накидкой из пленки толщиной 200 мкм.

Края накидки расправляют по периметру на полу и для герметизации придавливают песчаным валиком. В накидке с противоположных сторон на высоте 150 мм от пола делают прямоугольные отверстия, в которые затем вклеивают газообменные мембранные. Число отверстий в накидке зависит от размеров

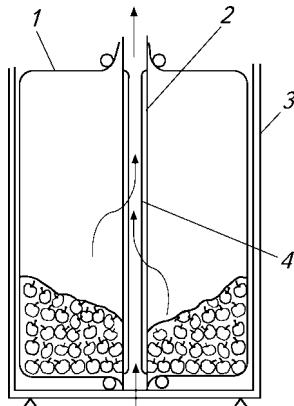


Рис. 4.25. Контейнер с полиэтиленовым вкладышем и теплогазообменником:

1 — вкладыш; 2 — теплогазообменник; 3 — стенка контейнера; 4 — селективно-проницаемая мембрана

штабеля. Общую площадь мембран в накидке определяют таким же образом, как и в случае использования одиночных газоселективных мембран.

Чтобы быстро достичь оптимальных параметров газовой среды под накидкой, применяют твердый диоксид углерода (сухой лед), который укладывают на полу под пленкой в емкостях в смеси с обычным льдом в соотношении 1 : 2 из расчета 200...300 г смеси на 1 т хранимой продукции. Так как сухой лед переходит в газообразное состояние при температуре $-78,9^{\circ}\text{C}$, то газовая среда под накидкой и соответственно продукция несколько охлаждаются. В самом верху накидки пленку надрезают, чтобы обеспечить вытеснение образующимся газообразным диоксидом углерода части атмосферного воздуха, а после завершения процесса возгонки сухого льда надрез заклеивают лентой с липким слоем. Под накидкой после полного перехода твердого диоксида углерода в газообразное состояние создается концентрация CO_2 и O_2 , близкая к оптимальной.

Основной недостаток герметичных полиэтиленовых упаковок — конденсация паров воды внутри емкости, если ее заполняют продукцией в теплом помещении, а затем переносят в холодильник. Чтобы избежать конденсации, необходимо плоды или овощи сначала охладить, а потом упаковывать. В упаковках для связывания излишней влаги применяют влагопоглощающие материалы (силикагель, целлюлозную пряжу, пластмассовую пленку с наклеенной на нее гидрофильтрной бумагой). Для этих целей в Японии разработана высокогигроскопичная смола, которая поглощает количество воды, в 1000 раз превышающее ее собственную массу.

Анализ газового состава среды под накидкой после вывода на заданный режим хранения проводят один раз в месяц путем отбора и анализа газовых проб на газоанализаторах. Если наблюдается задержка стабилизации газового режима или содержание кислорода превышает 18 %, то это указывает на частичную разгерметизацию накидки.

Получение заданного состава газовой среды при хранении продукции в герметичных камерах. Когда в герметичных камерах стационарных хранилищ для создания измененного состава атмосферы используют пассивный способ (за счет дыхания продукции), то, как и в предыдущем случае, для быстрого достижения оптимального уровня содержания CO_2 в камере применяют сухой лед (0,1 кг на 1 т продукции), а также другие абсорбенты.

Выше указывалось, что пассивные способы создания РГС позволяют получать оптимальную среду лишь через определенный период после начала хранения, который может продолжаться около месяца. Это оказывает неблагоприятное воздействие на храня-

щуюся продукцию. Для устранения этого недостатка используют активные методы хранения, при которых необходимый состав РГС создают в камере при помощи специальных газогенераторов.

Для создания РГС используют три типа оборудования: силиконовые газообменники; газогенераторы, основанные на сжигании кислорода в атмосферном воздухе с помощью сжиженного пропан-бутана или природного газа; газоразделительные установки, основанные на избирательной диффузии O_2 , CO_2 и N_2 через полимерные мембранны.

Силиконовые газообменники в герметичных камерах хранилищ действуют по тому же принципу, что и полиэтиленовые контейнеры с силиконовой мембранный. Размер силиконового газообменника зависит от вида продукции, интенсивности ее дыхания и вместимости камеры. Он должен обеспечить поддержание концентрации CO_2 и O_2 на оптимальных уровнях.

Газообменник работает следующим образом. Газовая среда при помощи вентиляторов 4 и 8 (рис. 4.26) пропускается через рукава газообменника 5, изготовленного из тонкослойной полидиметилсиликсановой полимерной мембранны 6. Под действием парциальных давлений газов в камере хранения 2 и в атмосфере воздуха азот, диоксид углерода и летучие вещества (ЛВ) плодов через мембрану удаляются вентилятором 7 в атмосферу, а кислород из атмосферы поступает в камеру и используется на дыхание с образованием диоксида углерода. Давление в камере и в атмосфере ре-

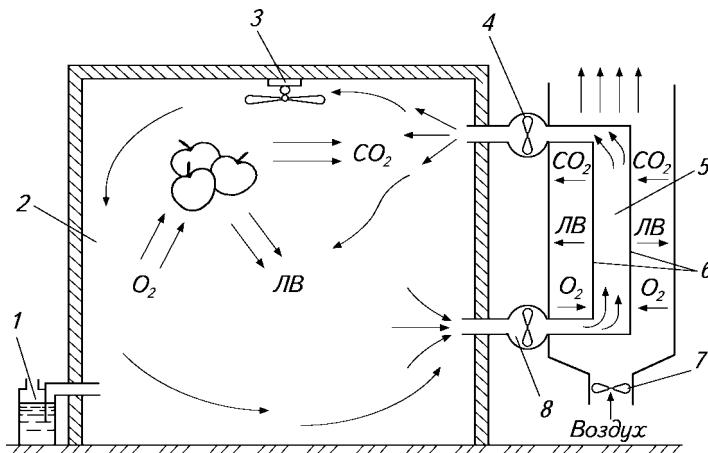


Рис. 4.26. Камера для хранения плодов в контролируемой газовой среде, оборудованная газообменником-диффузором:

1 — гидравлический затвор; 2 — камера хранения; 3, 4, 7, 8 — вентиляторы; 5 — рукав газообменника; 6 — мембрана

гулируется гидравлическим затвором 1. Перемешиваемая газовая среда перемещается внутри камеры вентилятором 3. Через 20...25 сут в камере создается заданная газовая среда. Длительность выхода на необходимый режим является существенным недостатком метода.

Разработано несколько установок, работающих на основе кремнийорганических полимерных мембран (газообменников), для камер вместимостью 300, 700 и 1000 т плодовоощной продукции. Это соответственно установки БАРС-3, БАРС-4 и БАРС-5 (блок автоматического регулирования среды). Принципиальная схема установки БАРС приведена на рис. 4.27.

Установку включают после полной загрузки камеры плодами. Вентилятор 1 обеспечивает циркуляцию газовой среды из камеры через последовательно соединенные мембранные аппараты 3, установленные в азотном генераторе 2. В мембранных аппаратах 3 входящий поток газовой среды из камеры 9 разделяется на два: один обогащается кислородом, второй — азотом. Газовый поток, обогащенный кислородом, выводится в атмосферу вакуумными насосами 4, а газовый поток, обогащенный азотом, вентилятором 1 возвращается в камеру хранения 9.

После снижения концентрации кислорода в камерах до 4...6 % БАРС выключается и в течение 2...4 сут в результате дыхания пло-

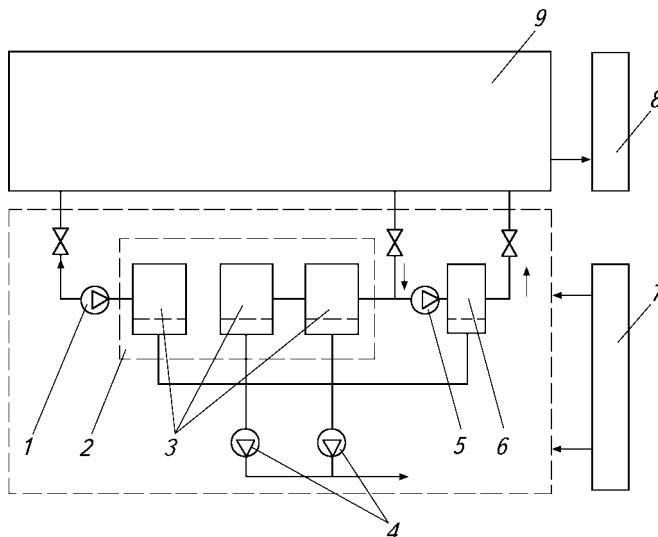


Рис. 4.27. Принципиальная схема установки БАРС:

1, 5 — вентиляторы; 2 — азотный генератор; 3 — мембранный аппарат; 4 — вакуумные насосы; 6 — газообменник; 7 — система автоматического управления; 8 — система газового анализа; 9 — камера хранения

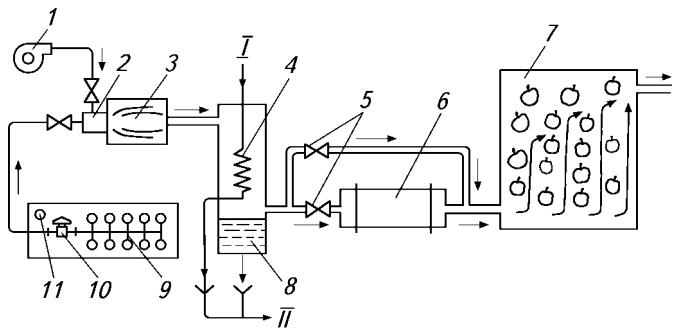


Рис. 4.28. Газогенераторная установка:

1 — вентилятор; 2 — газовая грелка; 3 — камера сгорания; 4 — водяной охладитель; 5 — кран; 6 — скруббер; 7 — камера хранения; 8 — сборник конденсата; 9 — баллоны с газом; 10 — клапан; 11 — регулятор подачи газа; I — подача воды; II — отвод воды

дов в камерах накапливается диоксид углерода и снижается концентрация кислорода. При достижении верхнего допустимого предела содержания диоксида углерода установка включается автоматически и избыток его выводится вентилятором 5 при помощи газообменника 6 в атмосферу, а газовая среда с заданным составом поступает обратно в камеру хранения. Содержание азота при этом остается постоянным.

Установка БАРС обеспечивает выход газовой среды на заданный режим через 2...4 сут. Она экологична, так как для ее работы не требуются газы, сорбенты и азот, и обеспечивает содержание кислорода и диоксида углерода в камере в широких пределах. Установку обслуживает один оператор. В установке БАРС предусмотрен контроль заданного режима системами автоматического управления 7 и газового анализа 8.

Разработаны и находят применение *газоразделительные установки с селективно-проницаемой мембраной*, состоящей из мельчайших полых полимерных волокон с общей площадью поверхности газообмена 50...80 м².

Г а з о г е н е р а т о р ы. Наибольшее распространение для создания необходимого состава РГС в герметичных камерах хранилищ получил специальный газогенератор УРГС-2Б, принципиальная схема работы которого приведена на рис. 4.28.

Газогенератор работает по принципу сжигания пропана или других горючих газов в смеси с воздухом. Сгорает пропан в присутствии специальных катализаторов без пламени. При этом кислород воздуха в основном расходуется в процессе горения и образуется смесь, состоящая из N₂CO₂, небольшого количества O₂ и паров воды. Этую смесь в специальных установках освобождают от

ненужных примесей, излишнего количества CO_2 и охлаждают. В результате получается РГС нужного состава, которую и подают в камеры холодильника.

Газогенератор УРГС-2Б состоит из генератора ГНС-2Б и аппарата очистки АО-2Б. Устройство газогенератора УРГС-2Б позволяет использовать отдельно генератор, аппарат очистки или установку в целом. Генератор применяют по необходимости для снижения концентрации кислорода и повышения концентрации диоксида углерода, аппарат очистки (скруббер) — в случае чрезмерного увеличения концентрации диоксида углерода и снижения концентрации кислорода.

Производительность генератора ГНС-2Б по газовой среде — 60...120 $\text{m}^3/\text{ч}$, он обеспечивает следующий состав газовой среды (%): кислород — 0,4...0,8, диоксид углерода — 11,2...13,8, азот — остальное. Расход природного газа — 6,7...13,4 $\text{m}^3/\text{ч}$, сжиженного — 2,4...4,8 $\text{m}^3/\text{ч}$, воды с применением градирни — 0,3...0,6, без градирни — 1,5...3,0 $\text{m}^3/\text{ч}$.

Производительность аппарата газовой очистки АО-2Б по газовой среде — 60...190 $\text{m}^3/\text{ч}$, состав среды на выходе: кислород — 0,4...0,3 %, углекислого газа нет, азот — остальное.

Скруббера различаются по конструкции и используемому поглощающему веществу, из которых наибольшее распространение получили те, которые в процессе работы могут регенерировать адсорбент (карбонат калия, активированный древесный уголь и этианоламин).

Научно-производственной фирмой «ГАЗТОП» разработана установка регулирования газовых сред УРГС-120ГТ, состоящая из генератора газовых сред, предназначенного для снижения содержания углекислого газа в атмосфере хранилищ, и аппарата очистки — для регулирования содержания диоксида углерода в период хранения. Получение РГС в генераторе основано на каталитическом сжигании природного или сжиженного газа, а очистка газовой среды от избытка CO_2 — на использовании активированного угля.

Одна установка УРГС-120ГТ вырабатывает количество газовой среды, необходимое для хранения до 2000 т плодов и до 1300 т овощей. Производительность по газовой среде — 120...135 $\text{m}^3/\text{ч}$, адсорбционная производительность при содержании 3 % CO_2 — 11,9 кг/ч. Установка поддерживает следующий состав газовой среды: O_2 — 0,4...0,8 %, CO_2 — 0,13 %, остальное — азот.

Камеры холодильника с РГС должны быть оборудованы приборами постоянного контроля состава газовой среды, а также температуры и влажности среды.

В камерах небольшой вместимости РГС можно создавать путем подачи в них готовой смеси газов, полученной заводским путем.

Сжатые CO₂, O₂ и N₂, поставляемые промышленностью в стальных баллонах, смешивают в пустом баллоне в необходимой пропорции и полученную смесь газов периодически подают в камеры с продукцией в течение всего периода хранения.

Перспективным способом использования РГС является подача в камеру с продукцией сжатого технического азота, который постепенно вытесняет воздух и снижает концентрацию O₂ до необходимого уровня. Разработана технология использования для создания РГС жидкого азота, который бесцветен, не имеет запаха, безвреден для человека. Эффективность использования для этих целей жидкого азота заключается в том, что температура кипения жидкого азота –195,8 °C, при более высокой температуре он испаряется, увеличиваясь в объеме до 700 раз. В некоторых случаях жидкий азот применяют одновременно для охлаждения и создания заданной РГС в камере хранилища. Таким образом, в неохлаждаемых камерах хранилищ путем периодически подаваемого жидкого азота можно поддерживать необходимый состав газовой среды и оптимальную температуру.

Широко используют жидкий азот для охлаждения плодов и овощей при их транспортировании на большие расстояния, когда продолжительность перевозок превышает 3...4 сут. Для этого в надежно изолированном кузове автофургона или железнодорожном вагоне устанавливают емкость с жидким азотом, который через равные промежутки времени впрыскивают через небольшие отверстия в подводящей медной трубке в верхнюю часть загрузочного объема. Расширяясь при испарении, азот проникает во все уголки кузова и охлаждает продукцию. Чтобы температура в охлаждаемом объеме не понижалась до опасного предела, количество впрыскиваемого жидкого азота дозируется магнитным вентилем. Образующийся газообразный азот обедняет атмосферу автофургона или герметичного вагона кислородом и обеспечивает оптимальный состав газовой среды. В подобных авторефрижераторах и вагонах можно поддерживать оптимальную температуру с отклонениями не более 1,5 °C.

На рис. 4.29 приведена схема крупнотоннажного авторефрижератора, оборудованного азотной системой охлаждения.

Автофургон КриОдАЗ предназначен для дальних перевозок скоропортящихся косточковых плодов и винограда. В кабине водителя на пульте смонтированы приборы контроля температуры газообразного азота на выходе из газораспределительного канала в фургон, а также уровня жидкого азота в емкости.

Холодильная камера с РГС должна быть более плотно загружена плодами или овощами, чем обычный холодильник, так как при максимальной плотности загрузки объема ускоряется выход газо-

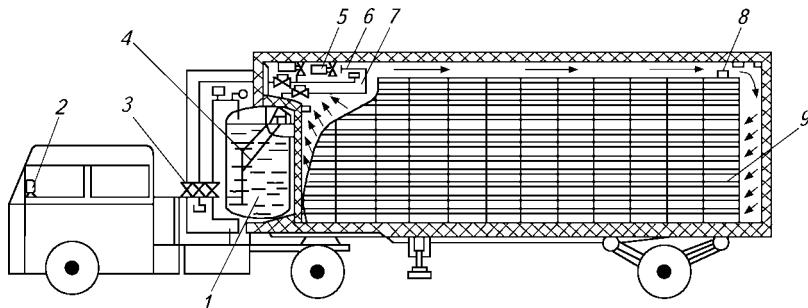


Рис. 4.29. Схема азотной системы охлаждения автофургона КриОДАЗ:

1 — сосуд с жидким азотом; 2 — пульт управления; 3 — вентиль; 4 — датчик уровня жидкого азота; 5 — вентилятор; 6 — форсунка; 7 — трубопровод; 8 — датчик температуры; 9 — продукция

вой среды в камере на заданный режим, облегчается его регулирование и сокращаются затраты на эксплуатацию специального оборудования. Продукцию в камерах с РГС размещают сплошным штабелем без проходов и проездов с соблюдением технологических зазоров, обеспечивающих нормальное движение внутренней газовой среды камеры при следующих расстояниях (см): от штабеля до стен — 20...30; от верха штабеля до низа воздушных каналов — 30; между пакетами ящиков или между рядами контейнеров — 10.

Эксплуатация камер с РГС требует соблюдения особых правил техники безопасности:

на двери камеры должна быть надпись «Вход в камеру без специального противогаза строго воспрещен. Опасно для жизни»;

у двери камеры должна быть вывешена инструкция по технике безопасности при работе в камере с РГС;

работать в камере с РГС разрешается только лицам, прошедшим специальный инструктаж по технике безопасности и обученным правилам пользования кислородными изолирующими противогазами КИП-5, КИП-7 со сменными кислородными баллонами;

в группе работающих должно быть не менее трех человек;

категорически запрещается находиться в камере с РГС одному человеку;

в камерах с РГС применять обычные противогазы и респираторы строго запрещено.

Для входа в камеру хранения с РГС используют специальные люки в дверях. После входа работников в противогазах люк прикрывают, но не герметизируют, чтобы его можно было быстро открыть, если людям потребуется немедленно выйти из камеры.

Непрерывно находиться в камере с РГС допускается не более 30 мин. Если выполнение работы требует более продолжительного времени, то после каждого 30 мин людям необходим отдых без противогаза на свежем воздухе в течение 15 мин.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие хранилища для плодов и овощей относят к временным? Как они устроены?
2. Какие требования предъявляют к участку для размещения временных хранилищ?
3. Как определяют размеры траншей и буртов?
4. Как устраивают укрытие траншей и буртов?
5. Как устроена и работает система вентиляции в буртах и траншеях?
6. Как устроены и работают модернизированные бурты и траншеи?
7. Как устроены стационарные хранилища для плодов и овощей? По каким признакам различают стационарные хранилища?
8. В чем заключаются строительно-конструктивные особенности хранилищ?
9. Как устроена и работает система регулирования режима хранения в хранилище?
10. Как осуществляется активное вентилирование в стационарных хранилищах?
11. Перечислите преимущества автоматизированных систем активного вентилирования в хранилищах.
12. Как устроен и работает смесительный клапан?
13. Как устроен и работает ротационный увлажнитель воздуха?
14. Какие увлажнители применяют во фруктохранилищах?
15. Как в хранилищах размещают продукцию?
16. Как механизируют работы в хранилищах?
17. Как устроены и работают плодоовощные холодильники?
18. Как работают холодильники с регулируемой газовой средой?
19. В чем заключаются особенности технологии хранения плодоовощной продукции в холодильниках с регулируемой газовой средой?
20. Какие газовые среды применяют при хранении овощей и фруктов?
21. Как получают газовые среды заданного газового состава?
22. Как получают газовую среду заданного состава при хранении продукции в жесткой таре с вкладышами?
23. Как устроен и работает полимерный контейнер с силиконовой мембраной?
24. Как получают газовую среду заданного состава при хранении продукции под полиэтиленовыми накидками?
25. Как получают газовую среду заданного состава при хранении продукции в герметичных камерах?
26. Какие особые правила техники безопасности следует соблюдать при эксплуатации камер с РГС?

5. ХРАНИЛИЩА ДЛЯ СЫРЬЯ И ПРОДУКЦИИ МЯСНОЙ И МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



5.1. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

В настоящее время для хранения продуктов животноводства применяют сооружения разных типов: склады, ледники, холодильники, холодильные камеры.

5.1.1. СКЛАДЫ

Склады — это здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения поступивших на них товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

Склады — один из важнейших элементов логистических систем. Объективная необходимость в специально обустроенных местах для содержания запасов существует на всех стадиях потока материалов, начиная от первичного источника сырья и заканчивая конечным потребителем. Этим объясняется большое число разнообразных видов складов.

Размеры складов варьируют в широком диапазоне: от небольших помещений общей площадью несколько десятков квадратных метров до складов-гигантов. Различают склады и по высоте укладки грузов. В одних груз хранится на высоте не выше человеческого роста, а в других необходимы специальные устройства, способные поднять и точно уложить груз в ячейку на заданной высоте.

Некоторые склады размещают в отдельных помещениях (закрытые), у других есть только крыша и одна, две или три стены (полузакрытые).

В складах для мясо-молочной продукции необходимо создавать и поддерживать специальный режим (температура, влажность).

Склад может быть предназначен для хранения товаров одного предприятия (склад индивидуального пользования) либо сдан в аренду физическим и юридическим лицам (склад коллективного пользования или склад-отель).

Различают склады и по степени механизации складских операций: немеханизированные, комплексно-механизированные, автоматизированные и автоматические.

Существенным признаком классификации складов является возможность доставки и вывоза груза железнодорожным или водным транспортом. В соответствии с этим признаком различают пристанционные или портовые склады (расположенные на территории железнодорожной станции или порта), прирельсовые (имеющие подведенную железнодорожную ветку для подачи и уборки вагонов) и глубинные. От станции, пристани или порта в глубинный склад груз доставляют автомобильным транспортом.

В зависимости от широты ассортимента хранимой продукции выделяют специализированные склады и склады со смешанным или универсальным ассортиментом.

Совокупность работ, выполняемых на различных складах, примерно одинакова. Это объясняется тем, что в разных логистических процессах склады выполняют следующие схожие функции: временное размещение и хранение материальных запасов; преобразование материальных потоков; обеспечение логистического сервиса в системе обслуживания.

Склады (рис. 5.1) состоят из следующих основных зон-участков:

участок разгрузки, на котором происходит механизированная или ручная разгрузка продукции из транспортных средств;

приемочная экспедиция (размещается в отдельном помещении склада), где принимают прибывшую в нерабочее время продукцию и кратковременно ее хранят до передачи на основной склад. Грузы в приемочную экспедицию поступают с участка разгрузки;



Рис. 5.1. Принципиальная схема склада

участок приемки (размещается в основном помещении склада). Здесь принимают товары, поступающие с участка разгрузки или из приемочной экспедиции, по количеству и качеству;

участок хранения (главная часть основного помещения склада), на котором размещают груз на хранение и отбирают груз из мест хранения;

участок комплектования (размещается в основном помещении склада) формируют грузовые единицы, содержащие подобранный в соответствии с заказами покупателей ассортимент товаров;

отправочная экспедиция (связывает транспорт и покупателя логистическим процессом), где кратковременно хранятся подготовленные к отправке грузовые единицы и организуется их доставка потребителю;

участок погрузки, где происходит механизированная или ручная погрузка подготовленных грузов на транспортные средства.

Склад с большой площадью хранения (от 5000 м²) обычно называют *терминалом*.

Основу технологии складского процесса составляют рациональное построение, четкое и последовательное выполнение складских операций, постоянное совершенствование организации труда и технологических решений, эффективное использование подъемно-транспортного и технологического оборудования.

Правильно организованный технологический процесс работы склада должен обеспечить:

четкое и своевременное проведение количественной и качественной приемки продукции;

эффективное использование средств механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ;

рациональное складирование товаров, обеспечивающее максимальное использование складских объемов и площадей, а также сохранность товаров и других материальных ценностей;

выполнение требований по рациональной организации работы зала товарных образцов, складских операций по отборке товаров с мест хранения, комплектованию и подготовке их к отпуску;

четкую работу экспедиции и организацию централизованной доставки товаров потребителям;

последовательное и ритмичное выполнение складских операций, способствующее планомерной загрузке работников склада, и созданию благоприятных условий труда.

Существенным резервом повышения эффективности функционирования материалопроводящих систем является переход от традиционно разрозненного решения задачи складирования и транспортирования к проектированию единых транспортно-складских процессов. Склад является наиболее общим элементом логистических цепей. Рационализация материальных потоков на нем —

резерв повышения эффективности функционирования любого предприятия.

Работа на современном складе не замирает ни на минуту, поэтому, чтобы рационально манипулировать площадями хранения, необходимо каждую минуту знать, чего и сколько в данный момент там находится; что уже ушло; что готовится к отправке через минуту, а какой товар ждет разгрузки. В связи с этим ключевыми для организации работы на складе являются следующие проблемы:

инвентаризация и применение средств, ее ускоряющих, благодаря чему снижаются расходы на хранение товара;

высокие технологии грузопереработки, обеспечивающие усиление информационной структуры склада и появление современных электронных средств управления;

подготовка на складе товаров, полностью готовых к продаже (сортирование, упаковывание, укладывание на паллеты, раскладка);

повышение комфорта на складах (обеспечение определенных параметров воздуха в камерах хранения, улучшение условий труда работающих).

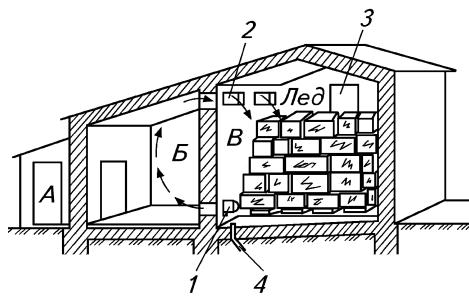
5.1.2. ЛЕДНИКИ

Ледники — широко применяемые простейшие холодильные сооружения для краткосрочного охлаждения пищевых продуктов одним льдом. Существует несколько конструкций ледников (рис. 5.2): ледник с боковым расположением льда, ледяной склад системы М. М. Крылова, льдосоляной холодильник с решетчатыми карманами и др.

Схема ледника с *боковым расположением льда* приведена на рис. 5.2, а. В таких ледниках устраивают одну или несколько камер для продуктов, а также отделения для хранения льда. В них за счет таяния льда достигается охлаждение воздуха до температуры 4...5 °C. В стенах между камерами и отделениями со льдом вверху и внизу расположены отверстия (400 × 200 мм) для естественной циркуляции воздуха, которая осуществляется вследствие разницы плотностей охлажденного и теплого воздуха. Отделение для льда проектируют таких размеров, чтобы запас его был достаточен для всего охладительного сезона. При устройстве ледника обязательно должны быть выполнены приямки для отвода воды от тающего льда, из которых воду можно при необходимости откачивать насосом. Отвод талой воды облегчает наземное размещение ледников.

Недостаток этих ледников состоит в том, что для их устройства требуются дополнительные помещения, примерно в 3...4 раза большие по объему, чем камеры хранения продуктов.

Стены ледников выполняют из кирпича или шлакобетона с промежутками в 200...300 мм, заполненными изоляцией (мине-



а

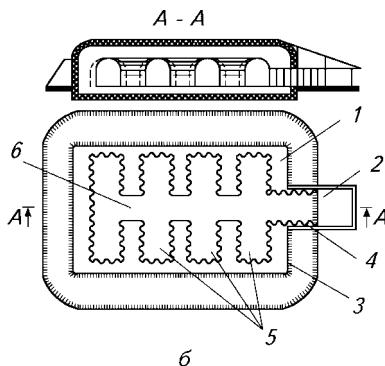


Рис. 5.2. Ледники:

а — ледник с боковым расположением льда: *А* — тамбур; *Б* — камера для пищевых продуктов; *В* — отделение со льдом; 1 — окно для подачи охлажденного воздуха; 2 — окно для возврата теплого воздуха; 3 — люк для загрузки льда; 4 — труба стока воды; *б* — схема ледяного склада конструкции М. М. Крылова: 1 — лед; 2 — тамбур; 3 — изоляция; 4 — приборы льдосоляного охлаждения; 5 — камеры; 6 — коридор

ральной ватой, шлаком и т. п.). Для небольших ледников подходят стены каркасного типа с засыпкой изоляцией. Стены, разделяющие камеры и отделения со льдом, изолируют, чтобы не допускать конденсации влаги на стене со стороны камеры. Как правило, полы ледников выполняют бетонными, перекрытия — железобетонными.

Ледники набивают льдом в конце зимы, когда еще стоят морозы, при помощи простейших подъемных приспособлений. Размеры ледника зависят от количества продуктов, подлежащих хранению. При этом его высота не должна быть менее 2,75 м, состоять

ледник обязательно должен из ледяного отделения и отделения хранения продуктов.

На рис. 5.2, б приведена схема *ледяного склада системы М. М. Крылова*, который используют для хранения рыбы, молочных и других продуктов животноводства. Эти склады сооружают преимущественно в холодной климатической зоне путем намораживания льда во временной деревянной опалубке. Сверху ледяные стены покрывают изоляцией из местных дешевых материалов: соломы, опилок, торфа, мха, шлака. Лед в этих складах служит не только аккумулятором холода, но и основным строительным материалом.

Использование льда в смеси с солью позволяет получать более низкие температуры, чем при охлаждении чистым льдом. В камерах льдосоляных холодильников можно поддерживать температуру до -16°C . Данные о температуре льда и поваренной соли в зависимости от ее концентрации приведены ниже.

Количество соли к массе льда, %	8	12	14	16	18	22	24	33
Температура смеси льда и соли, $^{\circ}\text{C}$	-4,9	-7,5	-9,0	-10,5	-12,1	-15,2	-16,9	-20,0

При использовании для охлаждения смеси льда с солью возможны следующие варианты: непосредственное охлаждение воздуха камеры льдосоляной смесью; рассольное охлаждение с циркуляцией рассола от смеси льда и соли по трубчатым змеевикам камеры посредством насоса или без него; воздушная система с продуванием воздуха камеры через смесь льда и соли.

Еще более значительное снижение температуры таяния льда наблюдается при добавлении к нему хлорида кальция (при концентрации соли 33 %) — температура понижается до -32°C .

В установках непосредственного охлаждения льдосоляной смесью приборами охлаждения служат деревянные решетчатые камеры (или металлические бачки-танки), размещаемые вдоль стен камеры с отступом на 100...150 мм. Камеры загружают смесью льда и соли сверху через люки. Под камерами ставят лоток, который служит для отвода рассола в канализацию, или поглощающий колодец рассола, образующегося при таянии смеси.

К недостаткам этих ледников относятся: слабая циркуляция воздуха; уменьшение полезной площади камер; необходимость ежедневной загрузки карманов охлаждающей смесью; уменьшение площади поверхности охлаждения по мере таяния льда.

Ледяное и льдосоляное охлаждение с использованием естественного льда применяют в установках небольшой и средней производительности в районах, где имеется возможность заготовить

достаточное количество льда. Некоторые способы ледяного и льдосоляного охлаждения получили широкое распространение на транспорте.

5.1.3. ХОЛОДИЛЬНИКИ

Холодильниками называются промышленные предприятия, которые предназначены для охлаждения, замораживания и хранения продуктов при низких температурах.

Основным условием сохранения высокого качества мясо-молочной продукции является непрерывное воздействие на нее низких температур на протяжении всего времени с момента производства до момента передачи потребителю, поэтому созданию разветвленной сети холодильников разных типов и назначений уделяют в настоящее время большое внимание. Только развитое холодильное хозяйство позволяет организовать планомерное снабжение населения разнообразными продуктами питания высокого качества независимо от времени года. Холодильники подразделяют на производственные, заготовительные, распределительные, торговые, транспортные и т. п.

Производственные холодильники, предназначенные для использования в технологических процессах, выполняют следующие функции: охлаждение, замораживание и непродолжительное хранение сырья и готовой продукции.

В состав производственного холодильника входят камеры охлаждения, замораживания и хранения при различных температурах, а также коридоры, экспедиции, весовые и разгрузочно-погрузочные площадки, платформы и т. п.; машинное отделение и аппаратная; служебные и бытовые помещения.

Часто производственные холодильники оснащают мощными охлаждающими и морозильными установками. Вместимость камер хранения производственных холодильников небольшая, а мощность холодильных установок значительна, так как они обеспечивают холодом не только свои камеры, но и другие помещения.

Наибольшее распространение получили производственные холодильники вместимостью 500...5000 т и производительностью морозилок 20...100 т/сут.

Заготовительные холодильники устраивают в районах заготовок продуктов (фруктов, овощей, яиц, молока и т. п.) для первоначальной термической обработки и краткосрочного хранения их до отправки в районы потребления.

Распределительные холодильники предназначены для хранения сезонных и текущих запасов пищевых продуктов, поступающих из производственных и заготовительных холодильников.

Распределительные холодильники сооружают в крупных промышленных центрах для планомерного снабжения населения продуктами в течение всего года. Часто при распределительных холодильниках устраивают льдозаводы, фабрики мороженого, цеха для замораживания и фасования продуктов. В этом случае холодильники называют *хладокомбинатами*. Вместимость распределительных холодильников — 500...35 000 т.

Торговые холодильники используют для непродолжительного хранения продуктов в процессе реализации. На продовольственных базах сооружают торговые холодильники вместимостью 100...300 т, в продовольственных магазинах и на предприятиях общественного питания устанавливают мелкие торговые холодильники.

Холодильный транспорт применяют для сохранения высокого качества продуктов при их транспортировании на малые и большие расстояния.

Транспортно-экспедиционные холодильники используют для связи водного холодильного транспорта с железнодорожным и автомобильным, они также могут выполнять функции распределительных или производственных холодильников.

Устройство ходильнико^в. Холодильники представляют собой одно- или многоэтажные здания, имеющие железобетонный каркас с межэтажными перекрытиями, покрытием, колоннами и наружными стенами. В состав холодильника входят: основные холодильные камеры (охлаждения, замораживания, хранения), вспомогательные холодильные камеры (сортировочная, экспедиция, краткосрочного хранения дефектных грузов и т. п.), грузовые лифты, вестибюли, коридоры, платформы. Как правило, вестибюль, лестничные клетки, грузовые лифты объединяют в один неохлаждаемый блок, расположение которого зависит от общей планировки холодильника. Для уменьшения расхода холода камеры холодильника располагают таким образом, чтобы разность температур между ними была как можно меньше. При сооружении железобетонного каркаса и ограждений широко используют сборные железобетонные конструкции, унифицированные изделия и местные строительные материалы. Для уменьшения притока влаги из внешней среды внутрь здания все ограждения холодильника имеют непрерывную по всей поверхности термо- и пароизоляцию.

Для выполнения грузовых операций вдоль холодильника устраивают железнодорожную и автомобильную платформы. В некоторых случаях эти платформы выполняют охлаждаемыми, они закрыты со всех сторон и в них поддерживается температура около 10 °С. Первый этаж холодильника и платформы могут быть оборудованы подвесными путями.

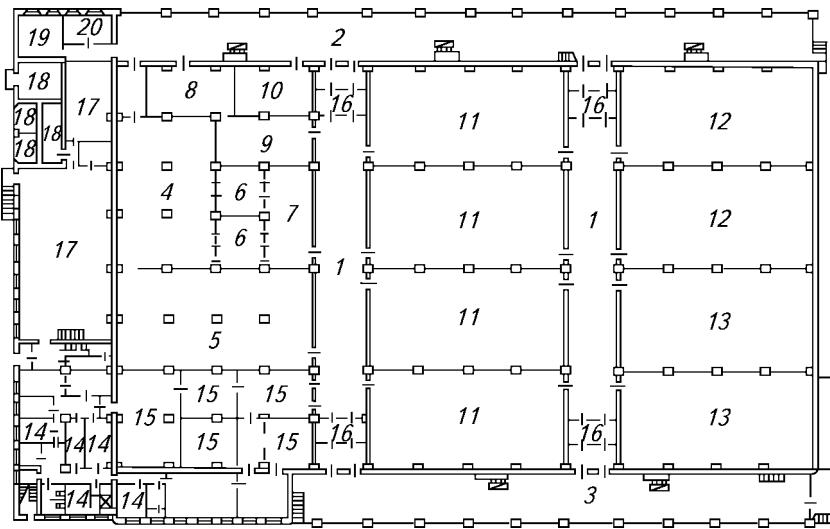


Рис. 5.3. Типовой одноэтажный распределительный холодильник вместимостью 3000 т:

1 — коридор; 2 — железнодорожная платформа; 3 — автомобильная платформа; 4 — накопительное помещение для мяса; 5 — камера хранения охлажденного мяса; 6 — камера замораживания мяса; 7 — разгрузочное отделение; 8 — камера для приема рыбы; 9 — упаковочная; 10 — камера для краткосрочного хранения продуктов (дефектных); 11 — камера хранения мороженых грузов; 12 — камера хранения охлажденных грузов; 13 — универсальная камера; 14 — помещения цехов фасовки; 15 — охлаждаемые помещения цехов фасовки мяса и масла; 16 — тамбур; 17 — машинное отделение холодильника; 18 — электротехнические помещения; 19 — помещение для ремонта оборудования и инвентаря; 20 — помещение для мойки инвентаря

На рис. 5.3 приведена планировка одноэтажного распределительного холодильника вместимостью 3000 т.

Камеры в этом холодильнике расположены в трех отсеках. Между камерами и платформами предусмотрено два коридора для обеспечения грузового потока. Чтобы уменьшить теплопритоки и усушку продуктов, в одноэтажных холодильниках применяют тепловую изоляцию.

Достоинства одноэтажных холодильников:

при высоте до 7,0...7,5 м возможна большая нагрузка на пол (до 4 кН/м² вместо предельно допустимой 2 кН/м² на перекрытие многоэтажного холодильника);

строительные конструкции одноэтажных холодильников легче, чем многоэтажных, и строятся они в 2...3 раза быстрее;

более крупная сетка колонн и возможность сооружения холодильников шириной до 30 м и вообще без колонн позволяет применять крупногабаритные механизмы для комплексной механизации грузовых работ;

удобный фронт загрузки и выгрузки вагонов вследствие большой длины холодильника;

высокий коэффициент использования площадей, так как отсутствуют лифты, лестничные клетки.

Многоэтажными (5...7 этажей) строят крупные распределительные холодильники. Высота этажей в них 3,1...4,5 м. Достоинства многоэтажных холодильников:

значительно сокращается площадь застройки;

уменьшаются наружные теплопритоки (на 30...40 %) вследствие уменьшения площади поверхности здания;

снижаются потери продукта из-за усушки;

уменьшается опасность промерзания грунтов.

На предприятиях средней мощности широко распространены холодильники вместимостью 50...100 т, которые могут быть выполнены из типовых строительных конструкций (рис. 5.4) и арочного типа (рис. 5.5).

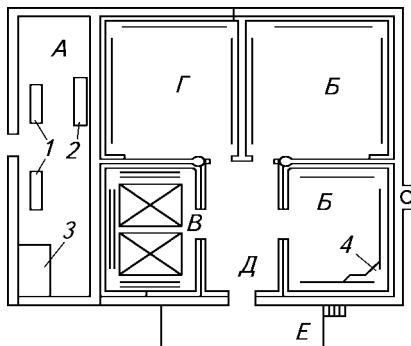
Как видно из рис. 5.4, холодильник на 50 т состоит из камеры хранения мороженых грузов, камеры с универсальным температурным режимом (0...-15 °C) и камеры подмораживания с температурой -12...-15 °C.

В арочном холодильнике (см. рис. 5.5) охлаждающие батареи в форме арок играют роль несущих конструкций. Основное преимущество таких холодильников по сравнению с холодильниками, имеющими железобетонный каркас, в том, что стоимость их сооружения значительно ниже. В настоящее время разработаны проекты арочных холодильников разной вместимости, шириной в основании арки до 20 м.

При проектировании холодильников для мясокомбинатов предусматривают этажность и планировку холодильника в соответствии с расположением и планировкой убойно-разделочного, колбасного и других цехов. Камеры охлаждения, замораживания, холодильного хранения должны быть расположены в соответствии

Рис. 5.4. Холодильник вместимостью 50 т:

A — машинное отделение; *B* — камеры хранения мороженых грузов; *C* — камера до-мораживания; *Г* — универсальная камера; *Д* — тамбур; *E* — платформа; *1* — компрес-сорно-конденсаторный агрегат; *2* — кожу-хотрубный испаритель; *3* — вентиляторная градирня; *4* — рассольные батареи



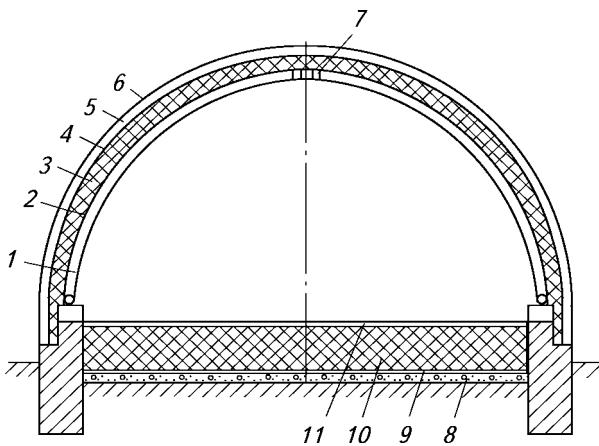


Рис. 5.5. Одноэтажный арочный холодильник с несущим каркасом из батарей системы В. В. Ануфриева:

1 — несущие арки (батареи); 2 — настил (асбокементные листы); 3 — изоляция; 4 — армированная стяжка; 5 — грунтовка; 6 — рулонный ковер; 7 — слой асфальта; 8 — шлак; 9 — гидроизоляция; 10 — слой бетона; 11 — коллектор-замок арки

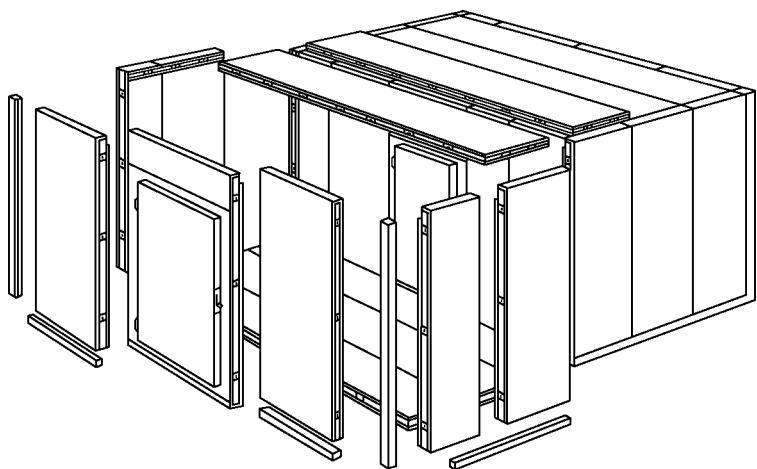


Рис. 5.6. Сборка холодильника заданного объемно-планировочного решения

с направлением основного потока продуктов. Холодильники могут иметь до 5...7 этажей.

Аналогичные требования в отношении поточности технологического процесса предъявляют к планировке рыбных продовольственных холодильников.

В настоящее время российские и зарубежные компании («Промхолод», «Криотек», «Термокул», «Мириталь», Kometos, East Ref Oy и др.) специализируются на разработке комплексных решений по проектированию, поставке, оснащению, реконструкции и монтажу «под ключ» холодильных складов различного назначения и производительности.

Объемно-планировочные решения холодильников позволяют разместить оборудование для длительного хранения любых продуктов животноводства в заданных температурных режимах (рис. 5.6).

Как правило, объем выполняемых по проекту работ предусматривает: изготовление металлоконструкции для монтажа каркаса здания; устройство тепловой изоляции двери; облицовку наружных стен и кровли, устройство полов в низкотемпературных камерах; установку холодильного и климатического оборудования, устройство электроосвещения; оснащение стеллажным оборудованием; установку системы компьютерного мониторинга и управления; подбор погрузочно-разгрузочного оборудования.

Технические параметры холодильников рассчитывают индивидуально в соответствии с техническим заданием заказчика.

Компьютерный мониторинг, контроль и управление параметрами работы систем холоснабжения и климатизации холодильников обеспечивают многолетнюю безопасную и экономичную работу холодильной и климатической техники, а также сокращение эксплуатационных затрат.

5.1.4. МАШИННОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Машинное отделение холодильника состоит из компрессорного зала, аппаратного отделения, трансформаторной подстанции, вспомогательных и бытовых помещений.

В компрессорном зале размещают холодильные компрессоры с электродвигателями, промежуточные сосуды, иногда отделители жидкости (в зависимости от схемы установки), регулирующую станцию, электрощит, приборы автоматики.

Аппаратное помещение холодильника с подвалом размещают под компрессорным залом для самотечного слива аммиака из системы. В нем устанавливают теплообменные аппараты, ресиверы, насосы и вспомогательное оборудование. Высота помещений не должна быть менее 3 м.

В небольших машинных отделениях все холодильное оборудование размещают в одном помещении. Для аппаратов, если это необходимо, устраивают приямки.

Проектируют машинные отделения после выбора основных элементов холодильного оборудования: компрессора с электродвигателем, конденсатора, испарителя, насосов для подачи воды и рассола и вспомогательной аппаратуры.

Часто машинные отделения располагают в пристройке к корпусу холодильника (рис. 5.7).

Одна из продольных стен примыкает непосредственно к холодильнику, сбоку располагают трансформаторную подстанцию, а противоположную сторону оставляют для расширения или размещения подсобных помещений. Такое расположение обеспечивает хорошую освещенность машинного отделения.

Чтобы использовать стандартные строительные элементы, ширину машинных отделений до 12 м, располагаемых в пристройках, принимают кратной 6, а сверх этого — кратной 3. Высота машинного отделения должна быть не менее 4 м. При ее определении учитывают высоту самих машин, возможность монтажа и ремонта, а также размещение подъемных механизмов, облегчающих выполнение монтажных и ремонтных работ (кран-балок, мостовых кранов и т. п.).

Если площадь строительного участка ограничена, то машинное отделение включают в контур первого этажа. При включении машинного отделения в контур холодильника уменьшается длина коммуникаций, одновременно сокращается полезная площадь первого этажа холодильника, несколько осложняются строительные конструкции здания вследствие расположения отапливаемых помещений в холодном контуре.

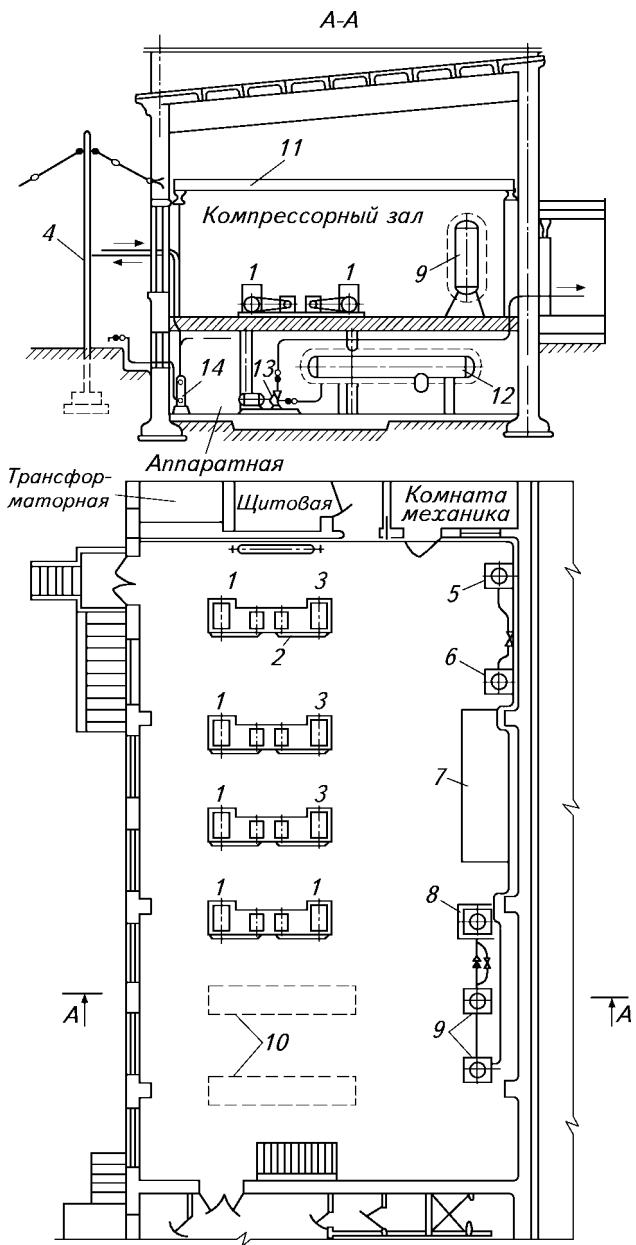
Устройство машинного отделения и размещение оборудования в нем осуществляют в строгом соответствии с правилами по технике безопасности для холодильных установок.

Оборудование машинного отделения с целью уменьшения капитальных затрат на строительство необходимо располагать компактнее, желательно по ходу хладагента, как предусмотрено схемой. При этом длина соединительных трубопроводов оказывается минимальной.

Регулирующая станция, а также машины и аппараты, требующие при работе наблюдения, для удобства обслуживания должны

Рис. 5.7. Схема машинного отделения одноэтажного распределительного холодильника вместимостью 3200 т:

1 — аммиачный вертикальный компрессор; 2 — воздухохладитель; 3 — аммиачный У-образный компрессор; 4 — трубопроводы; 5, 6 — промежуточные сосуды; 7 — регулирующая станция; 8, 9 — отделитель жидкости; 10 — место для резервных компрессоров; 11 — кран-балка; 12 — дренажный ресивер; 13 — аммиачный насос; 14 — маслособиратель



быть установлены в наиболее освещенных местах. Компрессоры расставляют таким образом, чтобы общий фронт обслуживания был минимальным. Обязательно предусматривают удобство ремонта оборудования, замены отдельных частей, очистки теплообменной поверхности аппаратов.

Промежуточные сосуды размещают у стен или у пристенков между окнами для обеспечения доступа к запорной арматуре и приборам автоматики. Один над другим на металлических или железобетонных опорах располагают горизонтальные кожухотрубные аппараты (испарители, конденсаторы и др.) и ресиверы. Кожухотрубные вертикальные конденсаторы располагают вне машинного отделения на постаменте, возле которого устанавливают линейный ресивер, маслоотделитель и маслосборник.

Разводка трубопроводов в машинном отделении может быть как верхней, так и нижней. Верхнюю разводку применяют для небольших установок, так как для крупных установок она может затруднять использование подъемно-транспортных механизмов при монтаже и ремонте оборудования. Как правило, нижнюю разводку прокладывают путем крепления трубопроводов к потолку аппаратурой, которая расположена в подвале под компрессорным залом. Если подвалы отсутствуют, то устраивают проходные вентилируемые тоннели под полом компрессорного зала (высотой не менее 1,9 м), в которых размещают магистральные трубопроводы с соответствующей аппаратурой для переключения компрессоров при работе.

5.1.5. ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СООРУЖЕНИЯМ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Сооружения для хранения продукции животноводства являются важным участком производственных процессов. Для уменьшения потерь холода эти сооружения строят без окон, двери камер изолируют, для нескольких холодильных камер обычно устанавливают один общий коридор.

Холодильные камеры, коридоры и вестибюли освещают искусственным светом. Освещенность на разных участках камер должна составлять 10...50 лк на уровне 1 м от пола. Автомобильные и железнодорожные платформы освещаются в дневное время с боковых сторон естественным светом, в вечернее и ночное время — искусственным. Светильники в холодильных камерах и складах располагают так, чтобы они не были над штабелями уложенных продуктов и воздуховодами. Не допускается затенение проходов. Для предотвращения попадания стекла и других посторонних предметов в продукцию электрические лампы защищают плафонами и

металлическими сетками, а все стеклянные предметы в холодильнике берут на учет.

В камерах холодильника поддерживают образцовый санитарный порядок. Стены и потолки холодильных камер не должны осыпаться, поэтому для предотвращения осыпания стены желательно облицовывать фанерой, покрытой с одной или обеих сторон коррозионно-стойкой сталью или алюминием толщиной 0,6 мм. Полы выстилают влагонепроницаемым материалом без щелей, отверстий и выбоин. Воздух в камерах холодильников не должен иметь постороннего запаха, так как пищевые продукты легко его адсорбируют.

Грузовые платформы, лестничные клетки и другие помещения необходимо штукатурить и белить свежегашеной известью, двери надо окрашивать масляной краской.

Инвентарь и тару используют из материала, устойчивого к коррозии или покрытого антикоррозионным составом. Инвентарь и тара должны быть удобными для очистки, мойки и дезинфекции. Крючья троллеев и разног для подвешивания туш лудят. Деревянные решетки, стеллажи и т. п. изготавливают из гладко выструганной древесины.

Большое внимание уделяют подготовке камер к размещению в них пищевых продуктов. После освобождения от продукции камеры ремонтируют, очищают и дезинфицируют. Все деревянные предметы также очищают, моют и дезинфицируют. При необходимости их ремонтируют или заменяют.

При загрузке камер запрещается укладывать продукцию непосредственно на пол, ее размещают на деревянные решетки или стеллажи. Расстояние от продукции до потолка при отсутствии потолочных холодильных батарей должно быть не менее 0,2 м; до стен, не имеющих холодильных приборов, — 0,4 м. Под батареями охлаждения подвешивают поддоны и отводные желоба для сбора конденсата и отвода его в специальные емкости.

Помещения камер, коридоры, лестничные клетки, лифты убирают по мере загрязнения, но не реже одного раза в смену. Для уборки используют специально выделенные ведра, щетки и т. п., которые хранят в подсобных помещениях (кладовых). Щетки, предназначенные для уборки камер, запрещается использовать для санитарной обработки других помещений холодильника. Скользкие полы, двери в камерах и помещениях с плюсовой температурой систематически промывают горячим моющим раствором. Облицованные плиткой или окрашенные масляной краской стены протирают горячим мыльно-щелочным раствором. При образовании снега на змеевиках батарей его снимают и удаляют из камер. Скопление снега сопровождается уменьшением эффекта охлаждения, кроме того, в нем могут скапливаться микроорганиз-

мы. При очистке батарей от снега нельзя допускать попадания его на хранящиеся пищевые продукты.

Тару, инвентарь, различные емкости моют и дезинфицируют в специальном помещении, в которое подведены горячая и холодная вода, острый пар. Пол в этом помещении влагонепроницаемый, а смывные воды направляют в канализационную систему.

В состав сооружений для хранения продукции животноводства наряду с основными помещениями входят вспомогательные и санитарно-бытовые. Санитарно-бытовой блок состоит из мужской и женской гардеробных, душевых, сушилок. Сушилки для специальной одежды обычно представляют собой помещения, оборудованные змеевиками из труб в виде стеллажей с циркулирующей внутри них горячей водой или паром. Одежду для просушивания развешивают свободно, а обувь укладывают на проволочные сетки, ограждающие стеллажи от змеевиков.

На каждом холодильнике должны быть помещения для обогрева рабочих. Интенсивнее всего охлаждаются конечности, поэтому наиболее рациональный способ их локального обогрева — использование лучисто-контактного источника тепла. После окончания работы рабочим необходимо принимать теплый душ. Наиболее благоприятна температура воды в душе 38...40 °С, давление струи 0,15 МПа.

Работники холодильника трудятся в условиях холода на протяжении всего года. Для защиты организма от воздействия холода им должна выдаваться специальная одежда и обувь наряду с санитарной.

При работе на холодильнике персонал обязан строго соблюдать правила личной гигиены, использовать только чистую санитарную одежду. При погрузочно-разгрузочных работах на обувь необходимо надевать брезентовые или парусиновые чулки (ноговицы), в которых выходить из холодильных камер запрещается.

5.2. РЕЗЕРВУАРЫ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МОЛОКА

Первичную обработку и хранение молока проводят в прифермских молочных, где ведут учет надоенного молока, освобождают его от механических примесей путем фильтрования, а после фильтрации немедленно охлаждают, что продлевает бактерицидную фазу. В молоке содержатся вещества — лактенины, которые задерживают развитие бактерий, но они чувствительны к высоким температурам, поэтому молоко необходимо охлаждать. Длительность бактерицидной фазы зависит от температуры: при 37 °С — 2 ч, при 10 °С — 24, при 0 °С — 48 ч. Развитие большинства микроорганизмов резко замедляется при охлаждении молока ниже 10 °С и почти полностью приостанавливается при 2...4 °С, поэтому процессу ох-

лаждения и хранения молока при заданной температуре уделяют повышенное внимание.

На фермах для охлаждения молока применяют лед или специальные охлаждающие устройства. При использовании льда фляги с молоком устанавливают в бассейн с проточной водой и льдом (1 м²— 4 фляги). Верхние края бассейна должны выступать над полом на 30...40 см, что облегчает загрузку и выгрузку фляг с молоком. Уровень воды в бассейне должен быть выше уровня молока во флягах.

Специальные охладительные резервуары — ванны — используют на крупных фермах. Как правило, их выполняют двустенными с циркуляцией хладагента, и в них устанавливают мешалки.

Молоко транспортируют в металлических флягах по 36...40 л и в молочных цистернах всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки скоропортящихся грузов, действующих на данном виде транспорта.

В некоторых случаях, когда ферма расположена недалеко от перерабатывающего предприятия, молоко можно доставлять к нему по молокопроводу. Внутри перерабатывающих предприятий молоко также перемещается по молокопроводам.

5.2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЕРВУАРОВ

Резервуары для хранения молока можно классифицировать по некоторым признакам.

По назначению резервуары можно разделить на транспортные и для хранения. В свою очередь, транспортные средства для молока могут быть мобильными — это тележки (ручные и самоходные) и цистерны (автомобильные, железнодорожные и речные). Стационарные транспортные средства для молока подразделяют на молокопроводы (самотечные, напорные, вакуумированные) и транспортеры.

Резервуары для хранения молока используют для приемки, кратковременного или длительного хранения молока и подразделяют на фляги и резервуары, которые могут быть общего и специального назначения.

5.2.2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МОЛОКА

В комплексе мероприятий по обеспечению высокого качества выпускемой продукции на предприятиях молочной промышленности важная роль принадлежит процессу его транспортирования к месту переработки.

Ручные и самоходные тележки, короткие молокопроводы, различные транспортеры, т. е. простейшие средства механизации,

применяют при транспортировании молока и продуктов его переработки внутри цехов. При транспортировании молока с ферм на молокоперерабатывающие предприятия применяют фляги, автомобильные молочные цистерны и молокопроводы. В речных и железнодорожных цистернах перевозят большие объемы молочной продукции.

Во флягах грузовыми автомобилями целесообразно перевозить только небольшое количество молока, так как этот способ связан с большими затратами труда на погрузочно-разгрузочные работы и потерями молока. Кроме того, условия перевозки молока таким образом не в полной мере отвечают санитарно-гигиеническим требованиям. Вместимость *фляг* для транспортирования молока 36...40 л. Фляга обязательно должна иметь закрывающуюся крышку. Между крышкой и флягой должна быть резиновая прокладка — кольцо, не допускающее утечки молока во время перевозки.

Если количество перевозимого молока 1000 л и более, то целесообразно использовать автоцистерны, что позволяет почти в 2 раза увеличить производительность труда и на 30...35 % снизить транспортные расходы.

Существует большое разнообразие типоразмеров *автоцистерн* для транспортирования молока, однако в целом устройство их имеет много общего.

Автоцистерна состоит из одной или нескольких секций эллиптической формы со сферическим днищем. Снаружи секции покрывают термоизоляцией, деревянной обшивкой и пергаментом, поверх которых устанавливают защитный кожух из тонколистовой углеродистой стали. Деревянная обшивка предохраняет термоизоляционный материал (пенопласт или другой) от механических повреждений, а кожух — от проникновения влаги. Благодаря слою термоизоляции, покрывающему секции, предотвращается нагрев и замораживание молока во время его транспортирования. Для изготовления секций используют пищевой листовой алюминий или другие конструкционные материалы (нержавеющие стали, пластмассы и др.), стойкие к окислению и не образующие в результате действия молочной кислоты ядовитых солей.

В местах крепления шасси автомобиля или прицепа секции снабжены опорными поясами из деревянных брусков, скрепленных между собой.

Люк, который герметически закрывается крышкой с уплотнительной кольцевой резиновой прокладкой, служит для мойки и осмотра рабочей емкости в секции. На внутренней поверхности горловины люка нанесены круговые метки для определения уровня молока при заполнении им секции. Для наполнения и слива молока в каждую секцию смонтировано по одному клапану, расположенному у торца днища и соединенному штуцером с моло-

копроводом. При помощи специальной аппаратуры к штуцерам присоединяют шланги, для хранения которых цистерна снабжена багажником. Штуцеры плотно закрывают заглушками, чтобы они не загрязнялись, находясь в транспортном положении. Клапанами управляют вручную при помощи маховичков, которые установлены на штоках клапанов, снабженных защитными футлярами.

Секция наполняется за счет вакуума, создаваемого всасывающим коллектором двигателя или насосом, установленным на месте сбора молока. Вспенивания молока не происходит, потому что секция заполняется через молокопровод снизу, а из цистерны молоко сливается самотеком или насосом, который установлен на молокоприемном предприятии.

Для автоматического контроля уровня молока в секциях большинство цистерн оборудовано электрической системой сигнализации. При заполнении секции молоком поплавковое устройство замыкает цепь и включается звуковой сигнал.

Мойка автоцистерн — одна из основных проблем их эксплуатации. Автоцистерны малой вместимости промывают при помощи внешнего трубопровода молочного завода. Автоцистерны вместимостью 10 м³ имеют в каждой секции эффективные моющие головки сферической формы, врачающиеся в процессе работы и обеспечивающие качественную мойку без присутствия на площадке обслуживания оператора.

Молокопроводы для транспортирования молока с ферм на перерабатывающие предприятия имеют преимущества по сравнению с другими видами транспорта, особенно в тех случаях, когда ферма удалена от перерабатывающего предприятия на незначительное расстояние.

Достоинства молокопроводов следующие: высокий коэффициент эксплуатационной надежности; простота и удобство обслуживания; возможность использования в условиях бездорожья; сокращение времени транспортирования молока.

Самотечные молокопроводы весьма экономичны в горных районах, где существует перепад высот между пунктами приема и сбора молока. Выполняют такие трубопроводы, как правило, из полиэтиленовых труб диаметром 16, 20 или 25 мм. В доступных местах их укладывают в землю на глубину 40...70 см, а в ущельях, на крутых склонах, над водными преградами крепят к промежуточным опорам или к стальной проволоке, тую натянутой между опорами. Скорость транспортирования молока в горных молокопроводах в первую очередь зависит от гидравлических уклонов трасс, по которым они проложены. В случае больших скоростей транспортирования молока обычно предусматривают удлинение горного молокопровода путем устройства рассредоточенных по длине трубопровода успокоительных витков или петель, которые

создают местные сопротивления движению молока и гасят его скорость.

Напорные молокопроводные системы прокладывают на равнинной местности в земле ниже зоны промерзания грунта, их можно эксплуатировать целый год.

Подземный напорный молокопровод представляет собой две параллельные полиэтиленовые трубы, по одной из которых подается молоко, а по другой — сжатый воздух. В состав напорного молокопровода входит следующее оборудование: резервуар-термос, насос, счетчик молока, весы и молокоприемный бак. Воздушная линия включает в себя: компрессор, маслоотделитель, охладитель воздуха, брызгоуловитель и фильтр.

Работает подземный напорный молокопровод следующим образом. Молоко нагнетается в молокопровод через счетчик центробежным насосом. Для опорожнения молокопровода в него вставляют пробку, изготовленную из пористой пищевой резины. Далее открытием крана из компрессора в молокопровод подают сжатый воздух, который перемещает пробку и вытесняет молоко из трубопровода в чаши приемных весов молочного завода. Резиновая пробка при этом задерживается в улавливателе.

При промывке молокопровода скорость перемещения жидкости в нем не должна превышать 2 м/с. Как правило, промывку осуществляют в два этапа. Сначала на молочном заводе в систему самотеком или при помощи насоса подают моющий раствор, затем в молокопровод вставляют резиновую пробку и подают сжатый воздух. Отработанный раствор на ферме сливаются в канализацию. После этого в молокопровод заливают чистую теплую воду, которая при помощи пробки и сжатого воздуха вытесняется в канализацию на заводе.

Молочные магистрали, соединяющие между собой различное технологическое оборудование молокоперерабатывающих заводов, являются разновидностью напорных молокопроводов, от которых они отличаются меньшей протяженностью и наличием большого количества поворотов, подъемов и спусков, кранов и т. д. Транспортирование молока в них осуществляется под напором, создаваемым насосами.

Молокопроводы большой протяженности обычно изготавливают из полиэтиленовых труб, которые имеют следующие достоинства: морозостойкость; сохраняют гибкость при температуре от -30 до -60 °С; жидкость в этих трубах замерзает в 3...4 раза медленнее, чем в металлических; при замерзании жидкости не разрушаются, а благодаря своей эластичности увеличиваются в диаметре, после оттаивания вновь приобретают прежнюю форму.

Промышленность поставляет трубы (с наружным диаметром 15...50 мм), свернутыми в бухты. Длина трубы в бухте может достигать 250 м, что позволяет прокладывать молокопровод с минимальным количеством стыковых соединений и полностью механизировать процесс укладки. Соединяют полиэтиленовые трубы как контактным способом (сваркой), так и при помощи разъемных соединений.

На молокоперерабатывающих предприятиях малой и средней мощности с относительно небольшим грузопотоком для перемещения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции используют транспортеры разных видов (роликовые, цепные и др.).

5.2.3. РЕЗЕРВУАРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

К резервуарам общего назначения относятся фляги, молоко-приемные баки и емкости для хранения молока.

Фляга представляет собой цилиндрический корпус со сферическим днищем и горловиной, закрываемой крышкой с замком. Крышка шарнирно крепится к усикам, которые приварены к опорному обручу, насаженному на горловину. Уплотнительная прокладка, выполненная из пищевой резины и вставленная по окружности в кольцевую канавку крышки, при ее закрывании обеспечивает необходимую герметичность фляги. Две ручки для переноса фляги приварены к специальной манжете, насаженной на горловину. Нижний обруч предохраняет корпус фляги от механических повреждений во время эксплуатации.

Промышленность выпускает фляги из нержавеющей стали, алюминия или из специальной листовой стали с последующим лужением. Алюминиевая фляга ФА-38 и стальная фляга ФЛ-38 имеют одинаковую вместимость 36 дм³, внутренний диаметр резервуара 340 мм, высота 580 мм, однако различаются другими параметрами: диаметр горловины соответственно 170 и 220 мм; толщина стенки 1,25 и 3,0 мм; масса 8,5 и 11,0 кг. Алюминиевая фляга дешевле, гигиеничнее и легче стальной и не уступает ей по прочности.

Баки служат для приемки молока и накопления его перед обработкой. Их изготавливают разной вместимости из пищевого алюминия, нержавеющей или декапированной стали с лужением последней оловом марки 01 или 02.

Бак прямоугольной формы, с отбортовкой по периметру сверху закрывается съемной крышкой. Для слива молока предусмотрен штуцер с накидной гайкой, к которому присоединен проходной кран. Дно бака имеет уклон 1,5...3,0° в сторону сливного крана, а

углы закруглены плавными радиусами. К днишу бака приварены подставки из углового профиля.

Вакуумированная молочная цистерна состоит из цилиндрического корпуса, двух сферических днищ, крышки и сливного крана. По окружности крышки имеется канавка для плоского резинового кольца, служащего уплотнителем при герметизации цистерны.

Цистерны изготавливают из алюминиевого сплава в передвижном и стационарном исполнении, вместимость $0,6 \text{ м}^3$.

Резервуары-термосы для приемки и хранения молока (танки) бывают двух типов: горизонтальные и вертикальные (рис. 5.8).

Резервуар-термос представляет собой цилиндрический сосуд, корпус которого выполнен из алюминиевого листа, а кожух — из стального. Пространство между ними заполнено фенолформальдегидным пластиком, который служит термоизоляцией.

В верхней части резервуара предусмотрены смотровое окно, светильник, моечное устройство, датчик верхнего уровня и воздушный клапан. Смотровое окно и светильник предназначены для периодического осмотра внутренней полости резервуара.

Моечное устройство выполнено в виде двух трубчатых полудуг с отверстиями для подачи раствора. При вытекании моющего раствора из отверстий трубчатые дуги врачаются под действием возникающих реактивных сил. При этом внутренняя поверхность резервуара равномерно орошается моющим раствором.

Датчик верхнего уровня сигнализирует о заполнении рабочего объема резервуара, а воздушный клапан впускает и выпускает воздух при опорожнении и заполнении резервуара.

Люк, термометр, кран для отбора проб, устройство для контроля уровня молока и стационарная лестница для обслуживания верхней части резервуара расположены в его средней части.

Перемешивающее устройство, датчик нижнего уровня и опоры находятся в нижней части резервуара-термоса.

Перемешивающее устройство состоит из центробежного насоса, эжектора, кранов и соединяющих их трубопроводов. Резервуар наполняется через нижний патрубок, который также служит для опорожнения емкости путем переключения трехходового крана. Прекращение опорожнения или заполнения резервуара сопровождается подачей светового или звукового сигнала.

Температуру молока контролируют термометром, а для отбора проб имеется специальный кран.

Вместимость горизонтальных резервуаров (см. рис. 5.8, а) 10 и 20 м^3 . Они представляют собой горизонтально расположенный сварной цилиндрический сосуд с двумя сферическими днищами, изготовленный из листового алюминия. Сосуд снаружи покрыт теплоизоляцией 10, заключенной в металлический защитный ко-

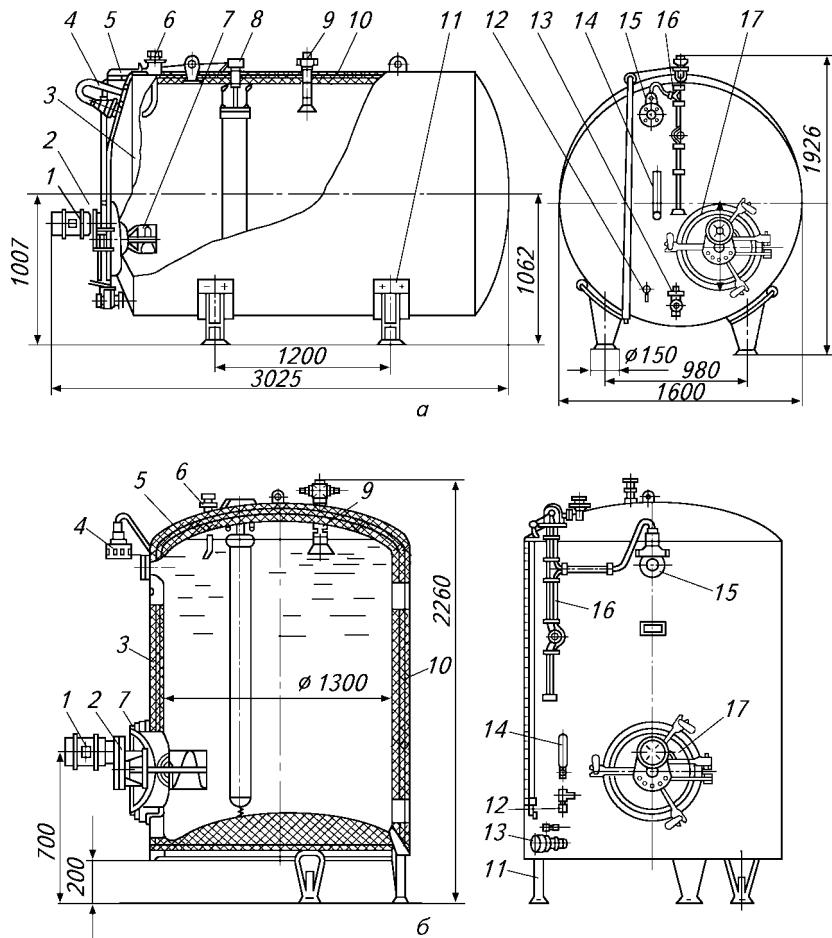


Рис. 5.8. Резервуары для молока:

a — горизонтальный; *б* — вертикальный:
 1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — цилиндрический резервуар; 4 — светильник; 5 — кожух; 6 — штуцер для подачи молока; 7 — мешалка; 8 — указатель уровня молока; 9 — моющее устройство; 10 — теплоизоляция; 11 — опорная ножка; 12 — краник для взятия проб; 13 — штуцер с краном для выпуска молока; 14 — термометр с оправой; 15 — смотровое окно; 16 — электропроводка; 17 — люк

жух. На торцовой части резервуара расположен люк 17, на крыше которого укреплена мешалка 7 с приводом, указатель уровня 8, смотровое окно 15, термометр 14, сливная труба с краном, светильник 4. В резервуаре установлены труба для наполнения, преобразователь сигнализатора максимального уровня молока, моющее устройство с подводящим трубопроводом. Резервуары снаб-

жены опорными регулируемыми ножками с уклоном оси резервуара 2° в сторону сливного крана.

Вместимость вертикальных резервуаров (см. рис. 5.8, б) 2 и 6 м^3 . Резервуар представляет собой сварной алюминиевый сосуд цилиндрической формы с двумя сферическими днищами — верхним выпуклым и нижним вогнутым. Снаружи резервуар покрыт теплоизоляцией 10, защищенной кожухом из листовой стали. Резервуар снабжен люком 17 с шарнирно укрепленной крышкой, на которой установлена мешалка 7 с приводом; трубой для наполнения молока; смотровым окном со светильником 4, лабораторным и сливным кранами; термометром 14 в оправе; моющим устройством 9 и указателем уровня молока 8; тремя подставками-ножками.

Вертикальные резервуары-термосы по сравнению с горизонтальными позволяют лучше использовать высоту помещения, а также быстрее опорожняются.

Горизонтальные резервуары оказывают меньшее давление на опорную поверхность. Их можно вмонтировать в стены перерабатывающего предприятия и таким образом сэкономить его полезную площадь. В этом случае внутри помещения размещают лишь переднюю часть резервуара с приемным и сливным патрубками, люком и контрольными приборами. Остальную часть располагают вне помещения и устанавливают над ней легкий навес для защиты от осадков и солнечных лучей.

На крупных перерабатывающих предприятиях применяют емкости для хранения молока вместимостью 25, 50 и 100 м^3 (марки: Г6-ОГМ-25, В2-ОХР-50 и В2-ОХР-100). В2-ОХР-50 и В2-ОХР-100, которые как правило, устанавливают вне помещений.

Повышение температуры молока за 24 ч хранения в таких резервуарах при разности температуры окружающего воздуха и продукта (24°C) допускается не более чем на 2°C .

5.2.4. РЕЗЕРВУАРЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

К резервуарам специального назначения относятся емкостные теплообменные аппараты, предназначенные для качественных изменений молока и получения различных молочных продуктов.

Эту группу аппаратов составляют: охладители молока резервуарного типа, ванны длительной пастеризации, универсальные резервуары, резервуары для созревания сливок и производства кисломолочных напитков и другое технологическое оборудование, содержащее в качестве основного рабочего органа какую-либо емкость.

По конструктивному исполнению резервуары специального назначения делятся на вертикальные и горизонтальные.

По назначению резервуары специального назначения делятся на резервуары-охладители молока, ванны для нагревания молока, тепловые аппараты.

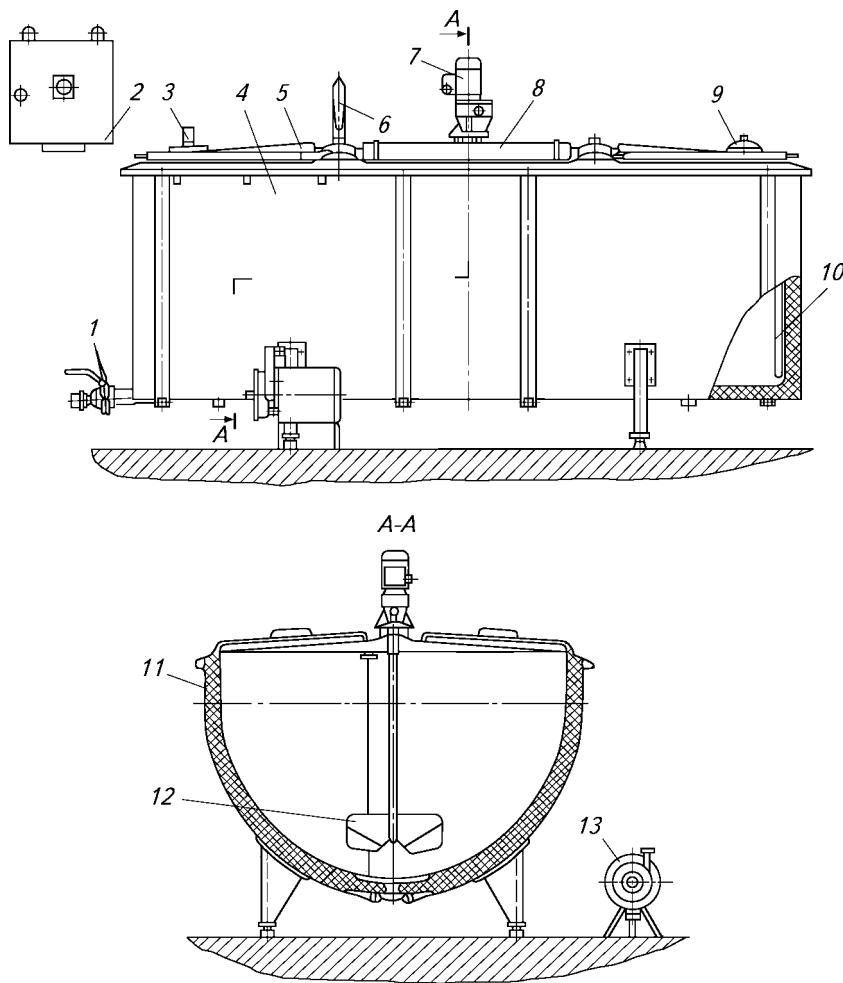


Рис. 5.9. Общий вид молочного резервуара с промежуточным хладоносителем открытого типа:

1 — сливной кран; 2 — шкаф управления; 3 — сбрасыватель; 4 — молочная ванна; 5, 8 — крышки резервуара; 6 — термометрический прибор; 7 — редуктор; 9 — крышка люка; 10 — линейка для определения количества молока; 11 — теплоизоляционный материал; 12 — мешалка; 13 — электронасос

По типу перемешивающего устройства резервуары специального назначения делятся на аппараты с лопастными, пропеллерными и специальными мешалками.

В резервуарах-охладителях молоко охлаждают двумя способами: непосредственно хладагентом, кипящим в испарителе, или посредством промежуточного хладоносителя, т. е. воды или рассола от холодильной установки.

Резервуар представляет собой двустенный аппарат, внутренний корпус которого изготовлен из листовой коррозионно-стойкой стали, а наружная стенка — из углеродистой. Межстенное пространство образует область охлаждения.

Люки для заполнения молоком и проветривания закрываются пластмассовыми крышками. Для заполнения резервуара на люк устанавливают сбрасыватель, который направляет струю молока на стенку резервуара.

Мешалка, представляющая собой прямоугольную лопасть, с помощью полого вала соединена с редуктором. Во время циркуляции хладоносителя и полуавтоматической промывки резервуара она работает непрерывно в ручном или автоматическом режиме.

Молоко охлаждается за счет принудительной циркуляции хладоносителя (воды), который всасывается центробежным насосом через полость охлаждения резервуара из водоохлаждающей установки.

Ванны длительной пастеризации В1-ВД2-11, Г6-ОПА-600 и Г6-ОПБ-1000 вместимостью 0,35; 0,6 и 1,0 м³ конструктивно не значительно отличаются от резервуаров, описанных выше. В них отсутствует орошающая перфорированная труба для подачи хладоносителя. Теплообменная рубашка этих ванн снабжена переливной трубой и парораспределительной головкой, к которой через трубопровод подается пар. Для охлаждения продукта, находящегося в ванне, в теплообменную рубашку подается холодная вода. Через парораспределительную головку для нагревания и пастеризации продукта в теплообменную рубашку с водой подается пар. Такие ванны оборудуют мешалками пропеллерного типа.

Резервуары универсального типа по конструкции мало отличаются от ванн длительной пастеризации. Универсальный резервуар-танк (рис. 5.10) используют для охлаждения молока и сливок, пастеризации и выдержки сливок, а также для хранения молока и молочных продуктов при температуре 5...6 °С.

Резервуар 1 представляет собой цилиндрическую вертикальную ванну сварной конструкции, изготовленную из нержавеющей листовой стали (или пищевого алюминия) и помещенную в стальной цилиндрический корпус. Сверху ванна снабжена двумя шарнирно установленными крышками. У днища ванны расположена мешалка 7, соединенная непосредственно с валом электродвигателя 6, который укреплен на резервуаре.

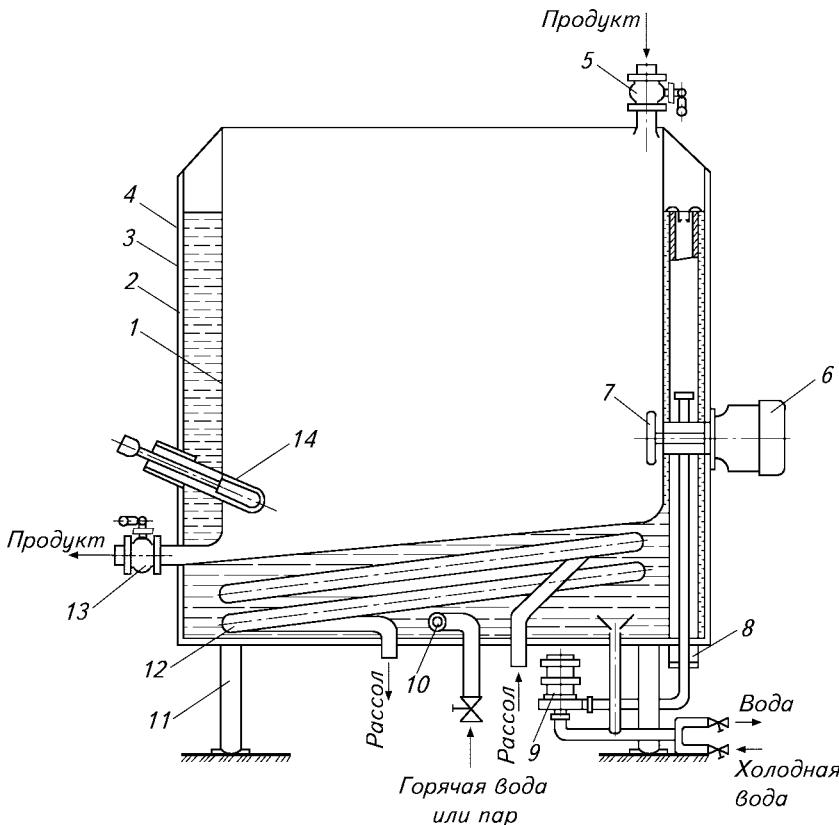


Рис. 5.10. Универсальный резервуар для молока и жидкых молочных продуктов:

1 — резервуар; 2 — теплоизоляция; 3 — корпус; 4 — облицовка; 5, 13 — краны; 6 — электродвигатель; 7 — мешалка; 8 — труба переливная; 9 — насос; 10 — барботер; 11 — ножки-опоры; 12 — охладитель; 14 — гильза для термометра

Поплавковое устройство предохраняет ванну от переполнения путем автоматического выключения привода насоса, нагнетающего продукт. Зазор между ванной и цилиндрическим сварным стальным корпусом служит водяной рубашкой, в которой расположен водогон — труба для интенсивной циркуляции теплоносителя или хладагента. Корпус 3 снабжен защитным кожухом, а воздушное пространство между ними играет роль теплоизоляции, предохраняющей наружную обшивку от нагревания или охлаждения.

Воду в рубашке охлаждают рассолом, поступающим в трубчатый змеевик, который установлен в пространстве между днищами

резервуара и ванны, а нагревают паровым барботером 10. Под днищем танка установлен центробежный насос 9, выход которого соединен с водогоном, а вход — с трубопроводами холодной и горячей воды.

Резервуар устанавливают на покрытие пола и выверяют так, чтобы ось мешалки находилась в горизонтальном положении. Для этого отвес прикладывают внутри к стенкам танка в двух точках, расположенных по образующей через 90°. Положение танка изменяют опорными регулируемыми ножками 11. Затем к танку подключают трубопроводы молока, воды, пара и рассола.

5.3. ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Охлаждение — процесс понижения температуры материалов путем отвода от них теплоты (охлаждение, подмораживание и замораживание).

Применительно к конкретному виду продукции указанные технологические процессы имеют вполне определенные температурный режим и назначение. Например, охладить мясо — значит довести его температуру до 4 °C, подморозить — до -2 °C, температура замороженного мяса -20 °C.

В пищевой технологии для охлаждения газов, паров и жидкостей используют воду и воздух. Если требуется охладить продукты до низких температур, то используют низкотемпературные хладагенты: холодильные рассолы, фреоны, аммиак, диоксид серы, жидкий азот и др.

Охлаждение водой производится в теплообменниках, в которых теплоносители разделены стенкой или обмениваются теплотой при смещивании (например, газы охлаждают разбрызгиванием в них воды).

Охлаждение льдом применяют для охлаждения некоторых продуктов (например, мороженого) до температуры, близкой к нулю. Отдавая теплоту, лед нагревается до 0 °C и плавится, отнимая теплоту от охлаждаемого продукта.

Охлаждение воздухом проводят естественным и искусственным способами. При естественном охлаждении нагретый продукт охлаждается за счет потерь теплоты в окружающее пространство; оно наиболее эффективно в зимнее время при низкой температуре воздуха.

Искусственное охлаждение воздухом применяют для охлаждения воды в градирнях, в которых охлаждаемая вода стекает сверху вниз навстречу подаваемому снизу воздуху.

В качестве теплообменного (холодильного) оборудования используют конденсаторы, испарители, переохладители, охлаждающие батареи, холодильные шкафы, камеры и т. д.

5.3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

В зависимости от назначения холодильное оборудование можно разделить на две группы: универсальное и специальное.

Универсальное холодильное оборудование обеспечивает наряду с холодильной обработкой также и хранение продукции (холодильные шкафы, сборные холодильные камеры).

Специальное холодильное оборудование обеспечивает только холодильную обработку продукции (скороморозильные воздушные аппараты, морозильные плиточные аппараты, криогенные морозильные агрегаты и др.).

По способу охлаждения холодильное оборудование можно разделить на три класса: охлаждение при помощи хладагента; охлаждение в жидкости; охлаждение в воздухе.

При этом в зависимости от наличия промежуточного передатчика теплоты между продуктом и охлаждающей средой каждый из указанных классов, в свою очередь, можно разделить на два подкласса: *контактное и бесконтактное охлаждение (замораживание)*.

При делении холодильного оборудования по способу охлаждения учитывают теплофизические, технологические и технические аспекты холодильной обработки, что может быть реализовано как в конструкции универсального, так и специального холодильного оборудования.

5.3.2. ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

В перерабатывающих отраслях АПК наибольшее распространение получили паровые компрессионные установки с аммиачными и фреоновыми холодильными машинами, так как они имеют небольшие габариты и удобны в эксплуатации.

Получение искусственного холода. Основные элементы холодильной установки: компрессор, теплообменные аппараты (испаритель), конденсатор и регулирующая арматура (вентили, клапаны). Между собой эти элементы соединяются трубопроводами. Принципиальная схема холодильной установки приведена на рис. 5.11.

Работает установка следующим образом. В охлаждаемое пространство помещен испаритель 3, в который поступает холодильный агент в виде жидкости. При постоянном давлении и соответствующей температуре жидкость кипит, причем необходимая для

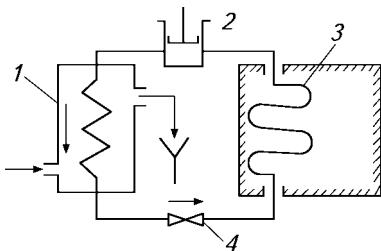


Рис. 5.11. Принципиальная схема холодильной установки:

1 — конденсатор; 2 — компрессор; 3 — испаритель в охлаждаемом пространстве; 4 — регулирующий вентиль

этого теплота отнимается от охлаждаемого помещения. Образующиеся при кипении пары из испарителя засасываются компрессором 2, сжимаются и нагнетаются в конденсатор 1, в котором под действием охлаждающей воды конденсируются. Затем жидкий холодильный агент проходит через регулирующий вентиль 4, позволяющий легко и удобно менять количество жидкости, поступающей в испаритель.

Применение аммиака и фреона в холодильных машинах обусловлено их низкой температурой кипения.

Стоимость аммиака невысокая. По отношению к черным металлам аммиак нейтрален, в присутствии влаги активно действует на медь и ее сплавы, которые нельзя применять в аммиачных машинах. Химическое воздействие аммиака на смазочные масла незначительно. Однако аммиак взрывоопасен и оказывает вредное влияние на организм человека, поэтому при эксплуатации аммиачных установок следует строго соблюдать правила охраны труда.

Холодильные агенты фреон-12 и фреон-22 безвредны, невзрывоопасны, не имеют запаха.

Фреон-12 является одним из основных холодильных агентов для холодильных установок с поршневыми компрессорами. При температуре выше 400 °C он разлагается с образованием вредных соединений, поэтому применение открытого пламени в помещении с фреоновыми установками нежелательно. Фреон-12 весьма текуч и проникает через малейшие неплотности в соединениях и даже через поры металла.

Фреон-22 имеет примерно такие же свойства, как и фреон-12, но компрессор, работающий на фреоне-22, значительно компактнее.

К о м п р е с с о ры. Компрессор — один из основных элементов паровой компрессорной холодильной машины. Он сжимает и перемещает пар, обеспечивая циркуляцию хладагента в машине. Именно компрессор в значительной степени определяет эффективность холодильной машины.

По принципу действия компрессоры делятся на два класса (рис. 5.12): компрессоры объемного принципа действия (объемные компрессоры) и компрессоры динамического принципа действия (динамические компрессоры).

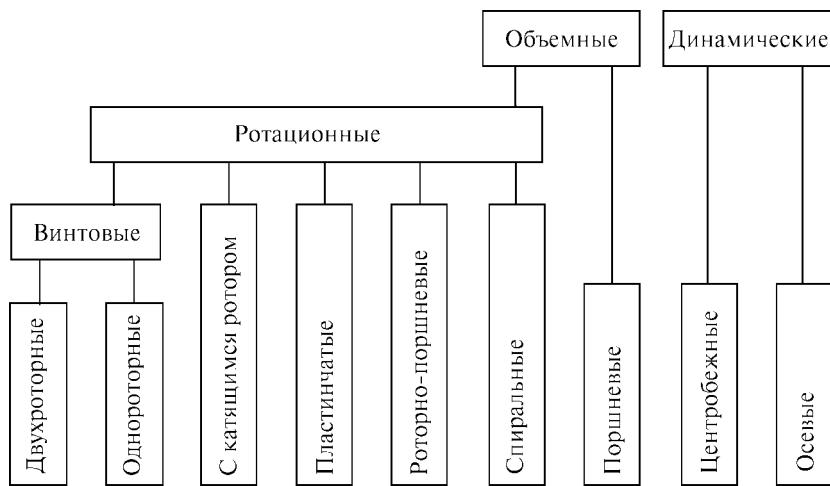


Рис. 5.12. Классификация компрессоров

Компрессоры подразделяются также на турбокомпрессоры (центробежные), поршневые, мембранные, ротационные (пластинчатые и с катящимся ротором) и винтовые.

К о н д е н с а т о р ы. По конструктивным признакам конденсаторы подразделяются на кожухотрубные, элементные, оросительные и испарительные.

На рис. 5.13 приведены схемы наиболее распространенных конденсаторов. Аммиачный элементный конденсатор (см. рис. 5.13, а) состоит из нескольких одинаковых элементов 2, представляющих собой кожухотрубные конденсаторы с небольшим числом труб 3. Вода входит через коллекторы 1 во все трубчатые элементы 2 и выходит через коллекторы 5. Аммиак противотоком из коллектора 4 движется по трубам 3, конденсируется и выводится через штуцер 6.

Фреоновый горизонтальный кожухотрубный конденсатор (см. рис. 5.13, б) представляет собой бесшовную трубу 1 большого диаметра, к концам которой приварены плоские стальные трубные решетки с накатными ребрами 4. Конденсатор закрыт чугунными крышками с перегородками 3 для образования нескольких ходов проточной воды.

И с п а р и т е л ь — теплообменный аппарат, в котором тепло отнимается от охлаждаемой среды кипящим при низкой температуре холодильным агентом. Схемы испарителей приведены на рис. 5.14.

Различают испарители с закрытой и открытой циркуляцией охлаждаемой жидкости.

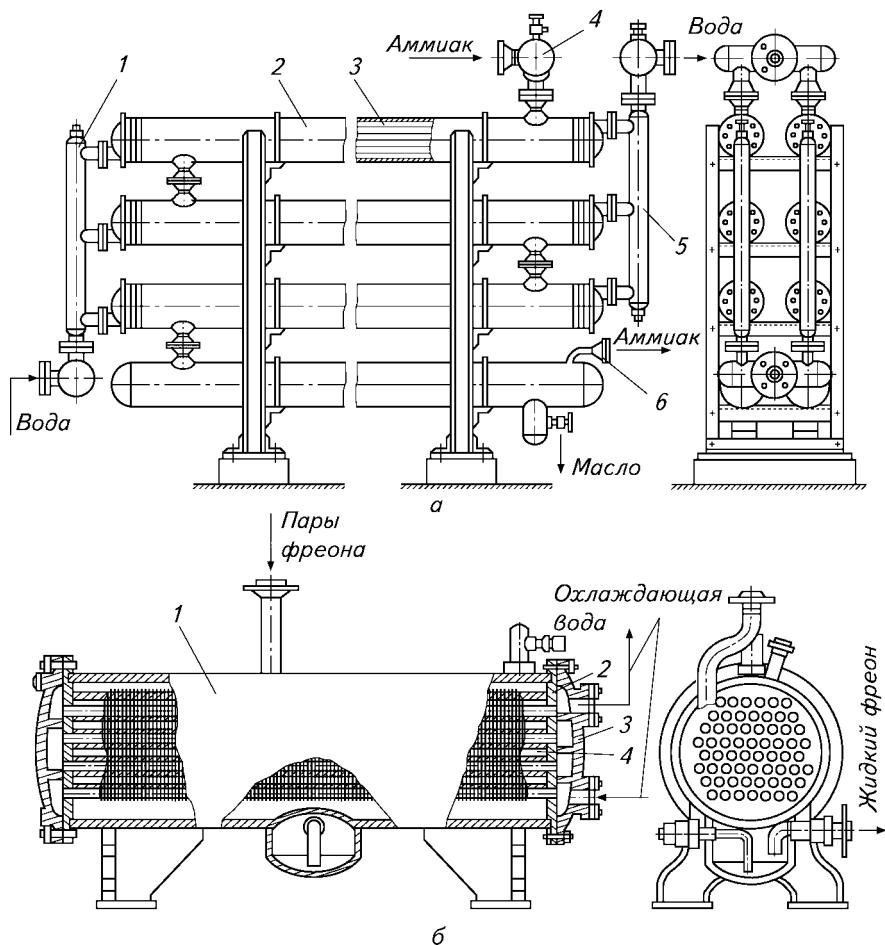


Рис. 5.13. Конденсаторы:

a — аммиачный элементный: 1, 4, 5 — коллекторы; 2 — трубчатые элементы; 3 — трубы; 6 — штуцер; *б* — фреоновый кожухотрубный: 1 — бесшовная труба; 2 — трубные решетки; 3 — перегородки; 4 — накатные ребра

Испарители с закрытой циркуляцией — кожухотрубные; охлаждаемая жидкость протекает в них под напором, создаваемым насосом. Преимущества кожухотрубных испарителей по сравнению с аппаратами других типов:

закрытая система циркуляции хладоносителя, обеспечивающая меньшую коррозию оборудования;

компактность;
относительно высокая тепловая эффективность.

Недостаток кожухотрубных испарителей затопленного типа — опасность замерзания хладоносителя в трубах в случае прекращения его циркуляции, которое может привести к разрыву труб.

В испарителях с открытой циркуляцией испарительные трубы погружены в охлаждаемую жидкость, налитую в открытые баки, в которых создается циркуляция охлаждаемой жидкости с помощью мешалки. Испарители с открытой циркуляцией выполняют вертикально-трубными либо панельными. Испарители с открытой циркуляцией, особенно в случае использования рассолов, в значительной степени подвержены коррозии. В последнее время такие испарители применяют редко.

По характеру заполнения хладагентом испарители разделяют на затопленные и незатопленные. К незатопленным относятся испарители оросительные, кожухотрубные с кипением в трубах, змеевиковые с верхней подачей жидкости.

На рис. 5.14 приведена схема кожухотрубного испарителя с кипением хладагента внутри труб. В испарителях этого типа хладагент кипит внутри труб, а хладоноситель движется в межтрубном пространстве. В кожухе установлены перегородки, что позволяет достигать относительно высокой скорости поперечного обтекания пучка труб хладоносителем ($0,3\ldots0,8$ м/с).

Испарители с кипением хладагента внутри труб позволяют получить низкие конечные температуры хладоносителя, не опасаясь его замерзания и возможного разрыва труб. Такие аппараты применяют в агрегатах для охлаждения воды до $1\ldots2$ °С.

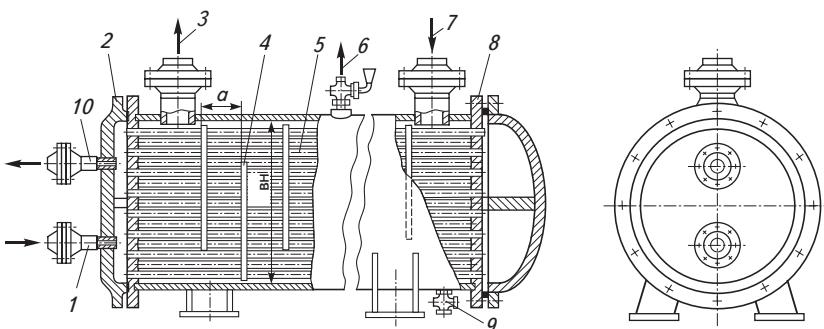


Рис. 5.14. Кожухотрубный испаритель с кипением:

1 — патрубок для входа хладагента; 2 — крышка; 3 — патрубок для выхода рассола; 4 — перегородки; 5 — кипятильные трубы; 6 — вентиль для продувки; 7 — патрубок для входа рассола; 8 — трубная решетка; 9 — вентиль для рассола; 10 — патрубок для выхода холодильного агента

Вертикально-трубный секционный испаритель используют в аммиачных условиях. В его состав входят: рассольный бак с установленными в нем двумя или несколькими испарительными секциями, каждая из которых состоит из вертикальных коротких труб, изогнутых по концам и приваренных с боков к горизонтальным коллекторам. Секции испарителя объединены коллекторами для подачи жидкого аммиака, отсасывания пара и отвода масла. Жидкий аммиак от регулирующей станции поступает в распределительный коллектор испарителя, а из него — в секции. Через стояки, расположенные вертикально между коллекторами, аммиак заполняет нижний коллектор и почти полностью — вертикальные трубы с изогнутыми концами. Отепленный рассол из батарей холодильных камер поступает в бак, откуда пропеллерной мешалкой прогоняется вдоль испарительных секций.

Отдавая тепло холодной поверхности труб, рассол охлаждается и перекачивается насосом обратно в батареи холодильных камер. Пар, образующийся при кипении аммиака в испарителе, отсасывается в компрессор через верхние горизонтальные коллекторы и отделители жидкости, которые соединены дренажными трубами с нижними коллекторами.

Для охлаждения пищевых продуктов применяют батареи непосредственного охлаждения, рассольные, воздушные или комбинированные.

Для охлаждения воздуха в камерах, где хранят пищевые продукты, применяют сухие, мокрые и смешанные воздухоохладители.

5.3.3. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОХЛАЖДАЮЩИХ СРЕД И ПРОДУКТОВ

В настоящее время для измерения параметров охлаждающих сред и продуктов в различных технологических процессах промышленность выпускает приборы разного назначения.

Особенно большое внимание уделяют контролю температуры и влажности в холодильных камерах, камерах созревания и хранения мясо-молочной продукции. Для этих целей приборы выпускают в щитовом исполнении и в различной конфигурации: одноканальные измерители температуры; двухканальные измерители температуры; одноканальные измерители и регуляторы температуры; двухканальные измерители и регуляторы температуры; измерители и регуляторы температуры и влажности; трехканальные измерители и регуляторы температуры в камере, влажности в камере и температуры в толще продукта.

Все приборы обеспечивают цифровую индикацию текущей температуры или параметров настройки, сигнализацию обрыва,

короткого замыкания цепи датчика, сохранение параметров настройки после выключения прибора, подключение любого типа датчика, автоматическую коррекцию нуля шкалы прибора. Они могут иметь до 16 каналов измерения температуры с индикацией как текущей температуры, так и канала измерения, причем показывающие и регулирующие приборы можно размещать в компрессорном цехе, а датчики — в камерах. Расстояние от измерительных приборов до места размещения датчиков может достигать 50 м. Приборы можно подключать к IBM PC.

Как уже отмечалось, данные приборы могут быть укомплектованы температурными датчиками следующих типов (по типу чувствительности элемента): ТХА — термопара хромель — алюмель; ТСМ — термопреобразователь сопротивления медный; ТСП — термопреобразователь сопротивления платиновый.

Конструктивно датчики выполнены в виде «иглы» диаметром 4 мм и длиной 100 мм, длина соединительных проводов 3 м.

Щитовые или стационарные приборы для измерения и регулирования температуры подключают к сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Потребляемая мощность до 10 Вт.

Переносные приборы также находят применение для измерения и контроля параметров охлаждающих сред и продуктов.

Переносной измеритель температуры в комплекте с датчиками применяют для контактных измерений в любых технологических процессах. В зависимости от метода измерения (погружением или поверхностным обследованием) измеритель может быть укомплектован соответствующими датчиками. Такие измерители имеют широкий диапазон определения температуры ($-50\ldots+1200^{\circ}\text{C}$). Предусмотрены цифровая индикация температуры и напряжения питания, а также автоматическое отключение питания через 5 мин.

Переносной измеритель температуры и относительной влажности воздуха применяют для контроля температуры и относительной влажности в холодильных камерах, камерах созревания мяса и хранения мясных продуктов. Его можно использовать и в других помещениях, где необходим оперативный контроль температуры и влажности воздуха. Метод измерения влажности — емкостной.

Диапазон измерения температуры от -50 до $+650^{\circ}\text{C}$, влажности — от 0 до 100 %. Погрешности измерения: температуры $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, влажности $\pm 3\%$.

Регулятор температуры и влажности МПР 51 используют как блок управления в различных технологических процессах. Он обеспечивает высокую точность поддержания температуры и влажности, имеет возможность задания до 16 программ.

Влажность измеряется психрометрическим методом (по «сухому» и «влажному» термометрам).

Входы: три датчика температуры типа ТСМ или ТСП; два входа для подключения потенциометров, определяющих текущее положение задвижки.

Выходы: восемь ключей с открытым коллектором для сигнализации о выполняемом шаге программы; четыре реле 8А 250 В для управления исполнительными механизмами; одно реле 8А 250 В для сигнализации «Авария» или «Окончание программы».

Габаритные размеры корпуса прибора $96 \times 96 \times 160$.

Портативный переносной pH-метр модели 2696 с автоматической температурной компенсацией в диапазоне от 0 до 40 °C предназначен для измерения pH и температуры непосредственно в мясном сырье и мясопродуктах, а также водных растворов мясной, молочной, рыбной и другой пищевой продукции.

Технические характеристики pH-метра модели 2696: диапазон измерения pH от 2,00 до 11,00; точность измерения pH 0,05; диапазон измерения температуры 0...100 °C; точность измерения температуры $\pm 0,5$ °C; время установления рабочего режима — не более 1 мин; питание pH-метра — 9 В (батарея типа «Крона»).

Современные стандартные холодильные камеры оснащены полным набором *регулировочных и контрольных приборов*, при помощи которых устанавливают необходимый температурный режим. В этот набор входят: указатель температур; сигнальные лампы компрессора, вентилятора-испарителя, оттайвания, внутреннего освещения, срабатывания температурной сигнализации, очистки или замены фильтра-конденсатора, отключения холодильного агрегата переключателем; кнопка вывода на дисплей установленной температуры; кнопки изменения установок температуры; кнопка включения дополнительного оттайвания; переключатель внутреннего освещения; главный выключатель питания.

Регулирование диапазона температуры, настройку сигнализационных параметров, акустических и оптических сигналов, а также подключение к центральной компьютерной системе осуществляют путем нажатия кнопок, расположенных на электронном пульте управления.

Все камеры оснащены системой сигнализации. Посредством сигнальных ламп и зуммера они извещают о слишком высокой или низкой температуре. Верхний и нижний пределы температуры, а также период срабатывания сигнализации могут быть установлены по необходимости.

Панель управления стандартных камер имеет потенциально независимую готовность подключения к центральной сигнализации. Ее можно присоединить, например, к пульту охранной системы.

Холодильный агрегат стандартной камеры оснащен портом, предназначенный для присоединения компьютера. Дополнительной возможностью является существующая ТАВ-программа, которая позволяет сохранять температуру в камере, а также управлять ее работой.

5.3.4. ХОЛОДИЛЬНЫЕ ШКАФЫ

Для кратковременного хранения сырья и готовой продукции на перерабатывающих предприятиях малой и средней мощности используют *холодильные шкафы*.

Корпус шкафа собирают из панелей, выполненных в виде металлических рам, облицованных с внутренней стороны листами из алюминиевого сплава, а с наружной — стальными, лицевая сторона которых окрашена в белый цвет. Между обшивками прокладывают теплоизоляцию — пенополистирол или пенополиуретан.

Плотность прилегания дверей обеспечивается поливинилхлоридной прокладкой, магнитной вставкой и специальным замком, запирающимся на ключ. Охлаждаемый объем освещается лампой накаливания, которая автоматически включается при открывании двери шкафа и выключается при ее закрывании.

Машинное отделение в большинстве холодильных шкафов расположено над охлаждаемым объектом. Все узлы холодильной машины установлены на теплоизолированной плите. Холодильный агрегат с фильтром-осушителем размещен на верхней поверхности плиты; воздухоохладитель, лампа освещения и микропереключатель — на нижней.

В холодильных шкафах моделей ШХ-1,40 и ШН-1,0 продукт охлаждается путем активного перемещения холодного воздуха, подаваемого вентилятором воздухоохладителя. В холодильных шкафах с испарителем теплоноситель перемещается под действием разности плотностей холодного и теплого воздуха. Управление холодильными шкафами осуществляется автоматически как в режиме охлаждения, так и в режиме оттаивания испарителя.

5.3.5. ХОЛОДИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Как правило, холодильные камеры изготавливают в виде сборных конструкций. Сборные холодильные камеры служат либо для кратковременного хранения охлажденных продуктов (камеры типа КХС), либо для длительного хранения замороженных продуктов (камеры типа КХН).

Конструктивно сборные холодильные камеры бывают трех типов: щитовые, панельные и блочные.

Щитовые камеры собирают из отдельных щитов: стеновых, напольных и потолочных.

Внутренний объем камер *панельного* типа составляет 6...300 м³. Собирают эти камеры из унифицированных стенных плоских панелей и угловых Т-образных элементов для перегородок. Такие камеры наиболее перспективны, так как их панели имеют заливную теплоизоляцию, оборудованы встроенными узлами длястыковки, что значительно упрощает сборку, их легко транспортировать.

Камеры *блочного* типа состоят из готовых блоков: стенных П-образного вида, задних, потолочных, половых панелей, машинного блока и т. д. Из стандартных панелей можно собрать камеры объемом 1,7...17,7 м³. Наружная высота камеры 2000 или 2400 мм. Они могут быть расположены на любой площади. Основные достоинства таких камер: эффективность, экономичность, простота в обслуживании, способность выдерживать большие нагрузки, высокая практичность и бесшумная работа. Все детали, облегчающие обслуживание камер, разработаны на основании требований, предъявляемых при профессиональной эксплуатации.

В стандартных камерах используют только экологически чистые материалы. Наружные и внутренние поверхности панелей стандартных камер облицованы горячеоцинкованным стальным листом с белым покрытием из полиэстера. Термоизоляционным материалом для стен и дверей служит отлитый в пресс-форме пенополиуретан. Толщина используемых панелей 80 мм. Поверхность пола покрыта фанерным листом с противоскользким покрытием. В тех случаях, когда необходимо обеспечить беспрепятственное прохождение в камеру тележек и ручных погрузчиков, ее делают без напольных покрытий. При этом по всему периметру камеры под панелями стен устанавливают цокольную прокладку, которая имеет такую же толщину, как и убранная панель пола. В этом случае между нижней частью двери и полом появляется щель, для устранения которой к нижней части дверного полотна крепят резиновый фартук.

В стандартную поставку оборудования камеры включают четырехъярусные металлические стеллажи, которые крепят к установленным на стенах прогонам. Грузоподъемность полки составляет 70 кг/м. Изготовлены полки из горячеоцинкованного стального листа с белым покрытием из полиэстера. В некоторых случаях полки изготавливают из нержавеющей стали.

Двери камер оснащены запираемой защелкой с механизмом внутреннего аварийного открывания. Прочные двери отделаны резиновым уплотнителем из неопрена. На дверной коробке каме-

ры предусмотрен подогрев по контуру прилегания, предотвращающий примерзание уплотнителя. Двери могут быть выполнены с креплением к теплоизоляционным панелям (рис. 5.15, *а*) и с креплением к кирпичной кладке (рис. 5.15, *б*).

Холодильный агрегат может размещаться на передней панели с правой или левой стороны от двери. Работает холодильный агрегат в автоматическом режиме, подключается к сети при помощи шнура, на панели управления имеются выключатель внутреннего освещения камеры, индикатор автоматической оттайки и испарения талой воды. Как правило, все холодильные камеры оснащают системами сигнализации. Посредством сигнальных ламп и зуммера они извещают о слишком высокой или низкой температуре.

Модульная конструкция сборных холодильных камер позволяет изменять форму и объемы камеры путем добавления или удаления стандартных панелей (рис. 5.16). В зависимости от условий теплоотвода и конструкций холодильных камер их охлаждение может быть воздушным и смешанным.

Конструкции низко- и среднетемпературных камер аналогичны.

Фирма «Север» (Россия) разработала быстремонтируемые, сборные средне- и низкотемпературные замковые камеры. Достоинства этих камер: монтаж осуществляется без специального инструмента изнутри камеры, что позволяет оптимально использовать объемы помещения; возможность многократной сборки-разборки и увеличения объема камеры; все соединения элементов выполняются без мостиков холода; высокая коррозионная стойкость применяемых материалов; полное соответствие санитарным нормам.



а



б

Рис. 5.15. Крепление дверей в холодильных камерах:

а — к теплоизоляционным панелям; *б* — к кирпичной кладке

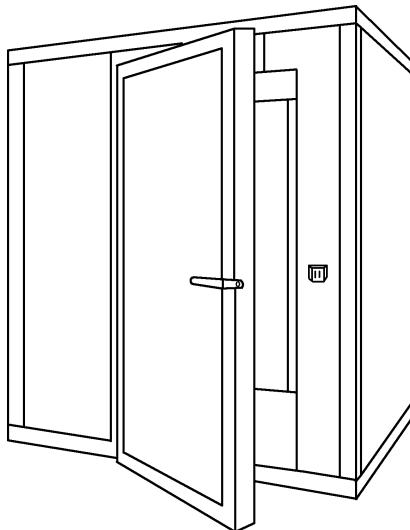


Рис. 5.16. Модульная сборно-разборная холодильная камера

В низкотемпературных камерах фирмы «Север» по периметру двери установлен электронагревательный элемент, кроме того, имеется клапан выравнивания давления.

При значительных нагрузках на пол эти камеры могут быть укомплектованы алюминиевым настилом с насечкой.

5.3.6. ВОЗДУШНЫЕ СКОРОМОРОЗИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Воздух — наиболее распространенная промежуточная среда для отвода теплоты от продукта при замораживании. Скорость замерзания при замораживании воздухом зависит от размера продукта, температуры воздуха и скорости его циркуляции. Таким образом, интенсифицировать процесс замораживания можно путем понижения температуры, повышения скорости движения воздуха и уменьшения размеров замораживаемого продукта. В некоторых скороморозильных аппаратах в качестве теплоотводящей среды используют диоксид углерода.

Воздушные морозильные аппараты получили наибольшее распространение среди аппаратов, в которых в качестве теплоотводящей среды используют газ. Они состоят из грузового отсека для замораживаемого продукта и отсека воздухоохладителей, который в зависимости от конструкции аппарата может находиться рядом с грузовым отсеком, под ним или над ним.

Секции воздухоохладителей изготавливают из гладких или оребренных труб, в которых кипит хладагент; его циркуляция осуществляется насосом либо за счет разности давлений конденсации и кипения.

В зависимости от способа замораживания продуктов и типа перемещающих их средств воздушные скороморозильные аппараты делятся на тележечные, конвейерные и гравитационные.

Скороморозильный тележечный аппарат туннельного типа АСМТ состоит из морозильной камеры (рис. 5.17), испарителей, вентилятора-воздухоохладителя и тележек.

Продукты, предназначенные для замораживания, укладывают в лотки или ящики, устанавливаемые на тележки, и помещают в морозильную камеру перпендикулярно потоку холодного воздуха. Воздух при прохождении через ребристо-трубные испарители охлаждается до -35°C . Циркуляция воздуха осуществляется осевыми вентиляторами. В конструкции этого аппарата применены модульные трехслойные теплоизоляционные панели, которые соединяются друг с другом по типу «шип-паз». При начальной температуре продукта 20°C продолжительность его замораживания до температуры -18°C составляет 3,5...4 ч. Число тележек в камере в зависимости от ее длины (2600, 3800, 4400 и 5600 мм) может быть от 3 до 6. Эти аппараты работают циклически, т. е. рабочий цикл замораживания чередуется с подготовительным, при котором в трубы воздухоохладителя насосом подается горячая вода для снятия с них снеговой шубы. Образовавшаяся при этом вода поступает в специальный поддон.

В конструктивном плане скороморозильные аппараты почти не отличаются от сборных низкотемпературных камер. Существен-

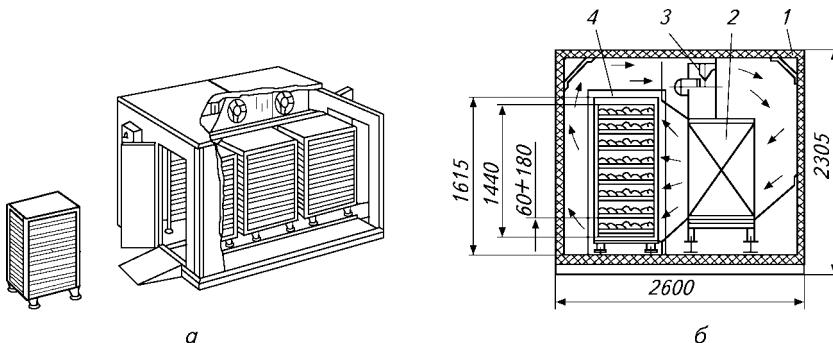


Рис. 5.17. Скороморозильный тележечный аппарат туннельного типа АСМТ:
а — общий вид; б — схема: 1 — тележки; 2 — вентилятор; 3 — испаритель; 4 — морозильная камера

ным отличием является применение в скороморозильных камерах более мощных холодильных систем, имеющих, как правило, автономный холодильный агрегат, который работает только на аммиаке.

Недостатки аппаратов тележечного типа такие же, как и у сборных холодильных камер: плохо используется длина аппарата; значительны затраты ручного труда при погрузочно-разгрузочных работах.

Скороморозильный аппарат конвейерного типа, например Я10-ФАУ, состоит из морозильной камеры, воздухоохладителя, конвейера, транспортера, их общего привода и лотка. Движение цепного конвейера и транспортера осуществляется от одного привода. Продукт загружается на одну из двух поверхностей рабочего органа конвейера, которые периодически меняются по мере движения вдоль аппарата. Воздух вентиляторами подается на трубчатый испаритель и, охлажденный до температуры $-30\dots-35^{\circ}\text{C}$, обдувает движущийся на конвейере продукт, который в конце процесса замораживания поступает на нижний транспортер и по разгрузочному лотку удаляется из аппарата. Предусмотрена регулировка продолжительности нахождения продукта в аппарате, которая осуществляется изменением скорости движения конвейера и составляет $0,8\dots3,5\text{ ч}$. В качестве хладоносителя в этих аппаратах используется аммиак, циркулирующий в охладительной системе при помощи насоса. Производительность аппарата Я10-ФАУ при охлаждении мяса — $500\dots1000\text{ кг/ч}$, при замораживании — $300\dots500\text{ кг/ч}$.

В настоящее время в зависимости от конструкции конвейера применяют скороморозильные конвейерные аппараты нескольких типов: а) с цепным конвейером, который может быть зигзагообразным или спиралеобразным; б) с ленточным конвейером.

Аппараты с ленточными конвейерами обычно используют для замораживания фасованных продуктов. Аппараты с цепным спиральным конвейером широко применяют для охлаждения мяса и рыбы. За рубежом обычно используют морозильные аппараты со спиральным конвейером, так как, несмотря на их довольно сложную пространственную конструкцию, аппараты этого типа имеют меньшие габариты и большую производительность по сравнению с аппаратами других конструкций.

Гравитационные конвейерные скороморозильные аппараты применяют для замораживания продуктов животного и растительного происхождения в блок-формах или коробках. На рис. 5.18 приведена схема скороморозильного гравитационного конвейерного аппарата ГКА-4.

Аппарат представляет собой термоизолированную камеру 2, в верхней части которой расположены грузовой отсек и вентилятор

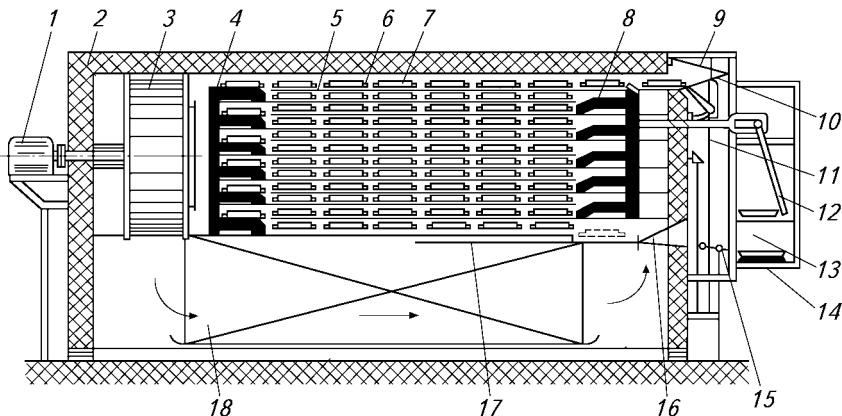


Рис. 5.18. Скороморозильный аппарат ГКА-4:

1 — электродвигатель; 2 — термоизолированная камера; 3 — вентилятор; 4 — задние гребенки; 5 — направляющие полки; 6 — каретки; 7 — противень; 8 — передние гребенки; 9 — заслонка; 10 — стол; 11 — подъемный винт; 12 — рычажный узел; 13 — тамбур; 14 — приемное устройство; 15 — подвижный поплита; 16 — заслонка; 17 — рычаг; 18 — охлаждающие батареи

3, а в нижней — охлаждающие батареи 18. По обе стороны грузового отсека расположены направляющие полки 5, по которым перемещаются каретки 6 со вставленными в них противнями с продуктами. Внутри аппарата каретки проталкиваются по горизонтально расположенным направляющим (рельсам). В конце каждого ряда направляющая каретки с блок-формами выдвигается на гребенки и под действием собственной силы тяжести опускается до уровня следующих направляющих.

Производительность аппарата зависит от длины и числа рядов направляющих по высоте аппарата. Суточная производительность аппарата ГКА-4 с числом направляющих 12, 10 и 8 составляет соответственно 21,5; 18,2 и 14,0 т (при этом мясо с начальной температурой 18 °С охлаждается до –18 °С).

Гравитационные аппараты более экономичны с точки зрения удельных затрат металла и электроэнергии по сравнению с конвейерными, так как в них отсутствуют тяговые цепи, направляющие звездочки и натяжные механизмы.

5.3.7. ПЛИТОЧНЫЕ МОРОЗИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Контактная плиточная заморозка — один из наиболее эффективных способов замораживания. Минимальная разница температур в плите и на поверхности плиты, непосредственный контакт испарителя и замораживаемого продукта обеспечивают максимальную интенсивность теплообмена и соответственно максимальную

скорость замораживания. Обычно замораживание ведут при температуре хладагента в морозильных плитах от -35 до -40 $^{\circ}\text{C}$.

Скорость шоковой заморозки позволяет сохранять натуральное качество и внутреннюю структуру замораживаемого продукта, а также его оригинальные вкусовые свойства. Мясо, рыба и овощи не теряют своей природной окраски, отсутствует обезвоживание, практически нет потерь массы, что способствует сохранению товарного вида замороженной продукции.

Толщина блоков, замораживаемых в плиточных аппаратах, составляет $65\ldots100$ мм. При этом масса блоков может изменяться в весьма широких пределах — от $0,2$ до 12 кг. Блоки с замороженными продуктами имеют одинаковые габариты, что обеспечивает удобство при транспортировании и хранении на складе. Для замораживания мяса и птицы в блоках используют различные упаковочные материалы, в частности синтетические полимерные пленки с низкой газопроницаемостью, устойчивые к действию хладагента и компонентов пищевых продуктов (воды и жира) и обладающие необходимой механической прочностью в широком диапазоне температур. Для упаковывания продукта сложной формы применяют усадочные пленки, обеспечивающие плотное облегание продукта.

Плиточные морозильные аппараты могут быть разработаны как моноблоочное изделие со встроенным холодильным агрегатом, так и как комплекс аппаратов с центральной станцией ходоснабжения, которая обеспечивает низкое энергопотребление при высокой скорости замораживания. Эти аппараты соответствуют жестким гигиеническим стандартам, их собирают из тщательно подобранных экологически безопасных компонентов и материалов.

Плиточные морозильные аппараты в зависимости от расположения морозильных плит подразделяются на горизонтально-плиточные, вертикально-плиточные и роторные.

В мясо-молочной промышленности наибольшее распространение получили роторные плиточные морозильные аппараты. Базовой моделью их является аппарат MAP-8А, на основе которого разработаны и применяются в промышленности аппараты MAP-8АМ, АРСА-10, АРСА-3-15, УРМА.

Основные рабочие органы плиточных морозильных аппаратов — морозильные плиты — изготавливаются из алюминия и имеют внутри каналы для прохождения хладагента. Каждая морозильная плита гибкими шлангами соединяется с нагнетательным и отсасывающим коллекторами холодильной установки.

Роторный морозильный аппарат состоит из ротора с морозильными секциями 1 (рис. 5.19), загрузочного 2 и разгрузочного уст-

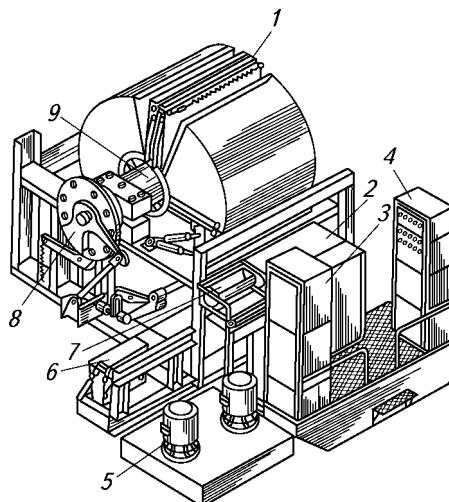


Рис. 5.19. Роторный скроморозильный агрегат MAP-8AM:

1 — морозильная секция; 2 — загрузочное устройство; 3 — шкаф гидроаппаратуры; 4 — шкаф электроаппаратуры; 5 — насос; 6 — перегружатель; 7 — весовое дозирующее устройство; 8 — поворотное устройство; 9 — вал ротора

ройств, весового дозирующего устройства 7, конвейера для выгрузки блоков, насосной станции, гидро- и электроаппаратуры. Морозильная секция состоит из двух морозильных плит, в которых расположены каналы для циркуляции хладагента (аммиака, фреона) или хладоносителя (рассола, этиленгликоля), а также коллекторов и блок-форм.

Роторные скроморозильные аппараты поставляются в собранном виде и должны быть установлены на фундамент. После выверки в горизонтальной и вертикальной плоскости к аппарату со стороны разгрузочного устройства прикрепляют передний изоляционный щит. К щиту устанавливают на фундаменте загрузочное устройство так, чтобы его подвижный лоток находился напротив загрузочной щели в щите на уровне верхней плоскости нижней морозильной плиты блок-формы с зазором 3...5 мм. Зазоры между боковыми стенками лотка и коллекторами морозильных секций должны быть одинаковыми.

После проверки качества установки загрузочного стола в положении загрузки, а также расположения морозильных секций относительно разгрузочного стола в положении выгрузки загрузочное устройство закрепляют на фундаменте. Затем с правой стороны ротора перегружатель ставят так, чтобы нижняя плоскость

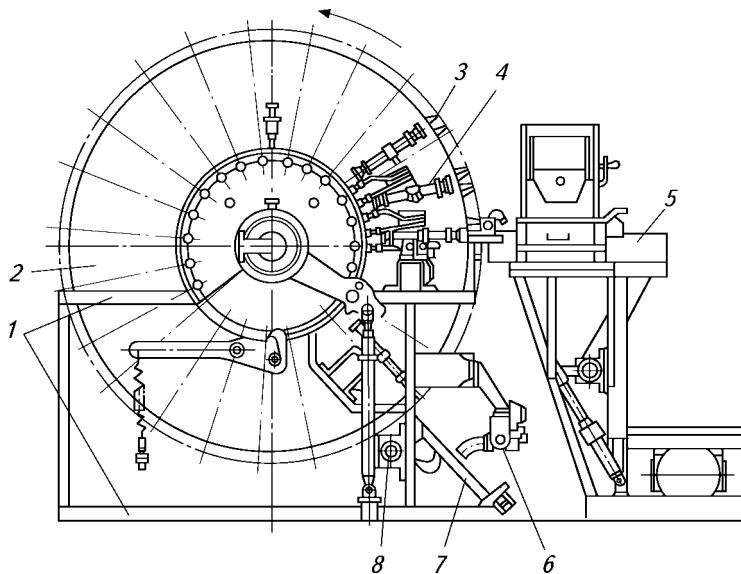


Рис. 5.20. Автоматизированный роторный морозильный аппарат АРСА-10:

1 — станина; 2 — ротор; 3 — морозильная плита; 4 — устройство для раскрывания плит; 5 — загрузочное устройство; 6 — разгрузочное устройство; 7 — лоток для приема замороженных блоков; 8 — привод редуктора

бункера была на уровне или несколько ниже плоскости наклонного лотка, по которому блоки перемещаются в бункер.

Отличительной особенностью роторных скороморозильных аппаратов является цикличность их работы, т. е. в то время как разгружается и загружается одна морозильная секция, в остальных идет процесс замораживания.

Автоматизированный роторный морозильный аппарат АРСА-10 (рис. 5.20) работает следующим образом. На позиции загрузки в межплиточное пространство морозильной секции загружается по две окантовки с продуктом (четыре ячейки-блока массой по 10...12 кг каждая). При этом в каждую ячейку закладывают парафинированную пергаментную бумагу или полимерную пленку для предотвращения примораживания продукта к морозильным плитам. Замораживание осуществляется за три неполных оборота ротора, после чего продукт выгружается в приемный лоток и транспортируется к месту хранения.

В аппарате применена гидроэлектрическая система управления, при которой все операции (за исключением укладки продукта в окантовки) автоматизированы.

Конструкции аппаратов АРСА-3-15 и УРМА предусматривают замораживание блоков в трехплиточных автономных секциях, которые образованы средней неподвижной плитой, связанной жестко с дисками вала ротора, и двумя крайними подвижными плитами.

Скороморозильный аппарат УРМА универсален, его можно использовать для замораживания разнообразных пищевых продуктов. Он представляет собой комплекс, состоящий из автоматизированных загрузочно-разгрузочного устройства и роторного морозильного аппарата. Замораживание продуктов в аппарате УРМА осуществляется по программе, которая учитывает вид продукта, толщину блока, температуру и вид хладагента.

Широкое распространение на предприятиях мясной и молочной промышленности получили морозильные линии ФБМ-1 и ФБМ-2 с мембранными аппаратами, которые по принципу работы не отличаются от вертикально-плиточных морозильных аппаратов, а по эффективности работы уступают роторным морозильным аппаратам.

5.3.8. КРИОГЕННЫЕ МОРОЗИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ И ЛИНИИ

В криогенных морозильных аппаратах реализовано основное требование процесса замораживания — полная нейтральность хладагента и отсутствие каких бы то ни было реакций между ним и компонентами замораживаемых продуктов.

Низкие температуры, необходимые для замораживания пищевых продуктов, достигаются в результате кипения хладагентов (аммиак, хладоны) или криогенных жидкостей (жидкий азот, воздух, углекислота).

Криогенные жидкости — это однократно используемые хладоносители. Пары этих жидкостей, получаемые в морозильных аппаратах, технически трудно и экономически нецелесообразно сжижать непосредственно на перерабатывающем предприятии для повторного использования, поэтому эти продукты выбрасываются в атмосферу.

Данный способ отличается быстрой замораживания продукта, простотой регулирования продолжительности замораживания, возможностью включить установку в линию обработки с нормальной температурой рабочего помещения и отсутствием потерь при замораживании.

Криогенные агрегаты и линии в зависимости от типа аппарата делятся на две группы. В аппаратах первой группы обрабатываемый продукт в процессе теплообмена непосредственно контактирует с криогенной жидкостью, в аппаратах второй группы теплообмен между продуктом и криогенной жидкостью осуществляется

через элементы, имеющие дополнительное термическое сопротивление (упаковка продукта, металлическая поверхность блок-формы или транспортирующего конвейера).

Аппараты обеих групп в зависимости от условий теплообмена продукта с хладоносителем подразделяются на аппараты замораживания кипящим (криогенные жидкости и хладон) и некипящим (солевые растворы) хладоносителями.

Линии быстрого замораживания пищевых продуктов *кипящим жидким азотом* включают в себя емкость для хранения жидкого азота, модуль упаковки замороженных продуктов, криогенный морозильный аппарат, щит управления.

Криогенный морозильный аппарат (рис. 5.21) с распылением жидкого азота представляет собой теплоизолированный короб 7, в котором размещены грузовой конвейер 6, вентиляторы 3, распылительное устройство 5 и транспортеры погрузки и выгрузки продукта. По ходу движения продукта аппарат разделен на три зоны: предварительное охлаждение продукта; орошение; выравнивание температуры продукта.

В первой зоне продукт предварительно охлаждается до температуры $-1\ldots-5^{\circ}\text{C}$ парами хладагента, поступающими из последующих зон. Чтобы интенсифицировать процесс теплообмена в этой зоне, установлен вентилятор 3, обеспечивающий скорость движения паров 20...30 м/с.

Во второй зоне продукт орошается жидким азотом из распыльного устройства и благодаря этому замораживается до конечной температуры ($-20\ldots-30^{\circ}\text{C}$).

В третьей зоне остатки жидкого азота испаряются с поверхности продукта и его температурное поле выравнивается. Здесь, как и во второй зоне, установлены вентиляторы.

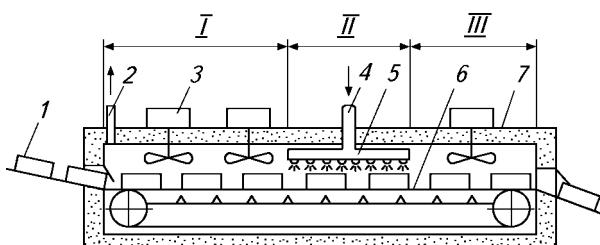


Рис. 5.21. Схема криогенного морозильного аппарата с распылением жидкого азота:

1 — блок продукта; 2 — трубопровод отвода газообразного азота; 3 — вентилятор; 4 — трубопровод подачи жидкого азота; 5 — устройство распылительное; 6 — конвейер грузовой; 7 — короб теплоизолированный; I — зона предварительного охлаждения продукта; II — зона орошения; III — зона выравнивания температуры продукта

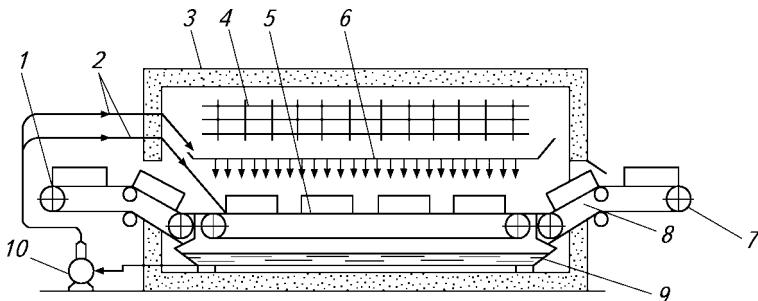


Рис. 5.22. Схема фреонового морозильного аппарата:

1 — транспортер загрузки; 2 — трубопровод подачи жидкого хладона; 3 — теплоизолированный короб; 4 — конденсатор; 5 — грузовой конвейер; 6 — орошающее устройство; 7 — транспортер выгрузки продукта; 8 — блок замороженного продукта; 9 — поддон; 10 — насос

Продукты с начальной температурой 20...21 °C замораживаются до –18 °C в течение 1...5 мин в зависимости от их размеров. На замораживание 1 кг продукта расходуется 1,0...1,5 кг жидкого азота. Продукт, замороженный в жидким азоте, имеет высокие вкусовые качества, во время размораживания из него меньше вытекает мясного сока. Однако жидкий азот стоит дорого. Производительность линии быстрого замораживания пищевых продуктов кипящим жидким азотом — 100...200 кг/ч.

При замораживании пищевых продуктов в *жидких некипящих средах* в качестве последних используют водные растворы хлорида натрия или калия определенной концентрации или смесь воды с пропиленгликолем при температуре не выше –20 °C.

Этот метод применяют, например, для замораживания тушек птицы путем орошения или погружения. Чтобы предохранить продукт от воздействия растворов, его герметично упаковывают в полимерные материалы, плотно прилегающие к поверхности. После замораживания растворы удаляют водой. Средняя продолжительность замораживания тушек птицы в растворе хлорида кальция при температуре –26...–30 °C составляет 20...30 мин. Быстрый теплоотвод обеспечивает высокое качество продукции.

Все большее распространение получают *фреоновые морозильные аппараты*, в которых в качестве хладагента используют хладон, очищенный от свободного фтора и не оказывающий отрицательного воздействия на пищевые продукты.

Фреоновый морозильный аппарат (рис. 5.22) состоит из теплоизолированного короба 3, конденсатора 4, орошающего устройства 6, грузового конвейера 5, системы отвода и подачи жидкого хладагента, а также загрузочного 1 и разгрузочного 7 транспортеров.

Транспортером 1 продукт подается в зону охлаждения, а затем на грузовом конвейере 5 поступает в зону замораживания жидким хладоном, распыляемым орошающим устройством 6. При выгрузке замороженный продукт попадает в зону выравнивания температур, после чего выгружается для дальнейшей обработки и хранения. Конденсатор 4 установлен в коробе 3 над грузовым конвейером и предназначен для конденсации паров хладона. Охлаждается конденсатор холодильной установкой.

Фреоновые морозильные аппараты компактны, просты в монтаже, потери массы замораживаемого продукта в них минимальны. В этих аппаратах хладагент используется многократно, однако при их эксплуатации необходимо следить за герметичностью системы и регулярно добавлять в нее жидкий хладон.

5.3.9. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Обработка пищевых продуктов холодом — весьма дорогостоящая технологическая операция.

В настоящее время совершенствование оборудования для холодильной обработки происходит в основном в двух направлениях:

улучшение конструктивных параметров морозильных аппаратов; применение принципиально новых источников получения холода.

Для реализации первого направления разрабатывают такие морозильные аппараты, в которых значительно улучшается процесс теплообмена между охлаждаемым продуктом и хладагентом. Наиболее перспективными в этом отношении являются воздушные спиральные аппараты, криогенные агрегаты и плиточные замораживающие аппараты.

Второе направление совершенствования холодильного оборудования связано, с одной стороны, с разработкой озонобезопасных хладагентов, с другой — с совершенствованием воздушных холодильных машин. Наиболее полно отвечающим современным требованиям холодильной техники можно считать озонобезопасный хладагент R-404a. Воздушные турбохолодильные машины высокого качества уже широко применяются в холодильной технике, например на их базе промышленность выпускает морозильный аппарат 5АМ6 для замораживания мяса в блоках, полуфабрикатов и готовых кулинарных блюд в упаковках; скороморозильную установку МУМ1 для быстрого замораживания пищевых продуктов и др.

На базе воздушной турбохолодильной машины МТХМ1-25Р разработана оригинальная передвижная холодильная установка, позволяющая обслуживать производителей с периодической потребностью в быстром замораживании мяса, рыбы и других пище-

вых продуктов. Привод турбохолодильной машины может осуществляться от двигателя автомобиля, электродвигателя или дизеля, устанавливаемых на ее раме. Эта машина может подавать 3000...3500 кг воздуха температурой $-50\ldots-110^{\circ}\text{C}$ в час, а также горячий воздух температурой $100\ldots110^{\circ}\text{C}$, который может быть использован для нужд потребителя.

Воздушная турбохолодильная машина МТХМ1-25Р является экологически чистой, так как в ней в качестве хладагента и хладоносителя используется атмосферный воздух.

Недостатками воздушных холодильных машин этого поколения являются высокая стоимость и низкая экономичность.

5.3.10. ОСОБЕННОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ И ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПРОДУКТОВ В ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕРАХ

В холодильных камерах пищевые продукты хранят в охлажденном или замороженном виде, перед закладкой в камеру они должны быть предварительно подготовлены, т. е. охлаждены или заморожены. В камерах хранения продуктов необходимо поддерживать устойчивый температурно-влажностный режим, так как при значительных колебаниях температуры мелкокристаллическая структура ткани, образовавшаяся при быстром замораживании, переходит в крупнокристаллическую, что ведет к значительному снижению качества продукта в связи с большой потерей соков при его размораживании.

Вместе с тем при резком понижении температуры воздуха в камере без достаточной вентиляции и его осушении влага может конденсироваться на поверхности продукта. Это особенно вредно для охлажденных продуктов, так как на них могут появиться слизь, плесень и т. п.

Для создания температурно-влажностного режима, при котором максимально сохраняются первоначальные качества пищевого продукта, в холодильных камерах хранения устанавливают специальное оборудование: охлаждающие батареи, воздухоохладители и др. Кроме того, для поддержания устойчивого температурно-влажностного режима в камерах необходимо, чтобы изоляция наружных ограждений, от которой зависят теплопритоки, находилась в хорошем состоянии.

Правильное размещение оборудования в камере обеспечивает поддержание необходимых температур и скорости движения воздуха в ней.

О х л а ж д е н и е. Различают камеры охлаждения с пристенными и потолочными батареями, когда воздухоохладители размещают соответственно на стенках и под потолком.

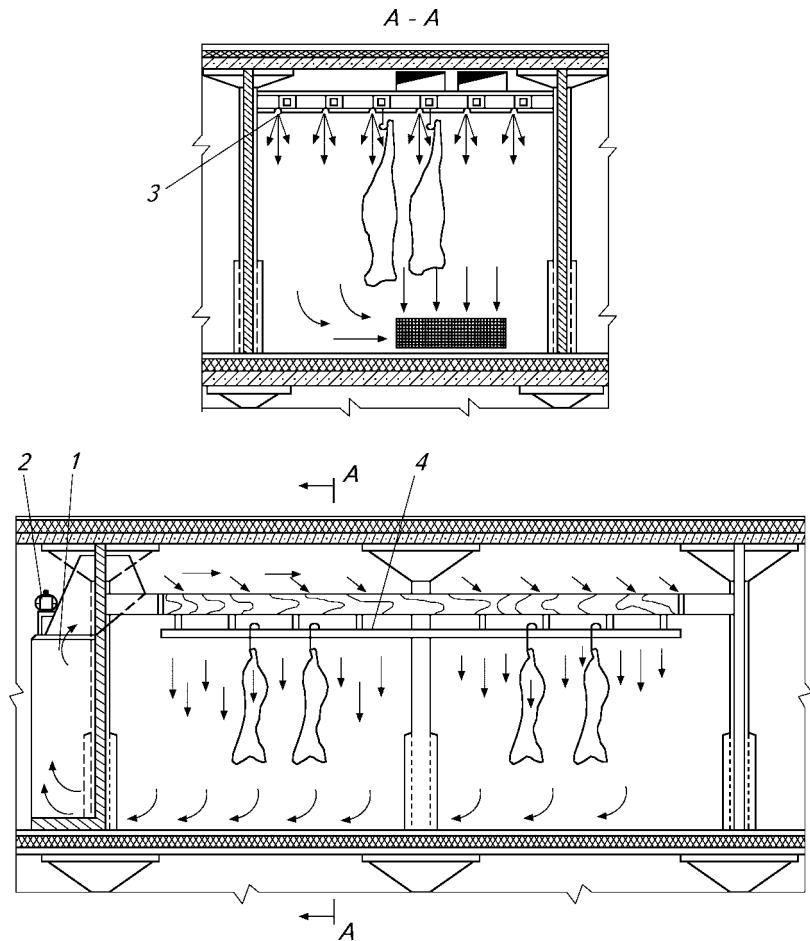


Рис. 5.23. Камера с потолочным расположением воздуха для охлаждения мяса:

1 — воздухоохладитель; 2 — вентилятор; 3 — щель для протока воздуха; 4 — подвесной путь

Сухие воздухоохладители чаще применяют для охлаждения мяса и мясопродуктов.

На рис. 5.23 приведена схема камеры с потолочным расположением воздуха для охлаждения мяса. Воздух после воздухоохладителя 1 нагнетается в канал, расположенный под потолком по всей ширине камеры. Отсюда через щели 3 воздух выходит под напором в пространство камеры и охлаждает подвешенные на монорельсах мясные туши. Такая система обеспечивает равномерное

распределение воздуха в камере и быстрое охлаждение туш. Скорость движения воздуха между тушами достигает в этих камерах 0,7...0,8 м/с.

Имеются камеры для сверхбыстрого охлаждения мяса, оборудованные воздухоохладителем, который расположен над подвесным потолком.

Система воздушного душирования обеспечивает равномерные условия охлаждения полутуш. Наиболее низкие температуры и высокие скорости движения воздуха в зоне бедренной части полутиш создает струйная подача воздуха сверху вниз.

Продолжительность процесса охлаждения мяса и его усушку можно снизить, если использовать воздух, перенасыщенный влагой и циркулирующий с большой скоростью (до 30 м/с). В настоящее время данный метод широкого распространения не получил из-за высокой стоимости оборудования.

Сравнительно высокая скорость охлаждения туш достигается в тоннельных камерах, охлаждаемых сухими и мокрыми воздухоохладителями с бесканальным распределением воздуха. На рис. 5.24 приведена схема охлаждения мяса в камерах тоннельного типа. В этом случае на нагнетательных раstraх воздухоохладителей устанавливают сопла, на выходе из которых (под напором вентилятора) скорость воздуха составляет до 20 м/с, а в глубине камеры — 4...5 м/с.

В тоннельной камере охлаждение продукции может происходить непрерывно. В этом случае мясо загружают в камеру по мере убоя скота и в процессе охлаждения медленно перемещают вдоль камеры. Процесс охлаждения в тоннельной камере может быть и циклическим. Для этого вначале камеру полностью загружают мясом. В процессе охлаждения мясо в камеру не добавляют, а в конце процесса его выгружают из камеры.

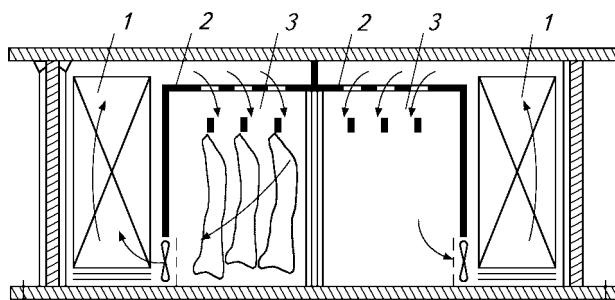


Рис. 5.24. Схема охлаждения мяса в камере тоннельного типа:

1 — воздухоохладитель; 2 — ложный потолок; 3 — камеры

Теоретически полный расход холода на охлаждение равен произведению количества охлаждаемого продукта на разность тепло-содержаний его в начале и в конце процесса.

Расход холода в камерах с периодической загрузкой в начале больше, чем в конце, что объясняется непрерывным уменьшением температурного перепада между поверхностью продукта и охлаждающей средой.

З а м о р а ж и в а н и е. В основном мясо замораживают в тушиах, полутушах и четвертинах. Для удобства замораживания подготовленное в таком виде мясо, а также крупную рыбу разных пород помещают в камеры морозилок в подвешенном состоянии. Для этих целей используют и камерные, и тоннельные морозилки, которые оборудуют охлаждающими приборами (для создания низких температур) и подвесными путями (для подвешивания замораживаемых грузов).

Наиболее часто на действующих холодильниках используют камерные морозилки с естественной циркуляцией воздуха, с пристенными и потолочными батареями непосредственного испарения из гладких труб. В этих морозилках можно в конце замораживания достигать температуры -25°C , что является их достоинством. Однако в этих камерах нельзя обеспечить равномерную температуру, продукт замораживается медленно (например, для замораживания туш при температуре воздуха -23°C требуется не менее двух суток), что является недостатком этих камер.

Для сокращения продолжительности замораживания предложены камерные морозилки с побудительной циркуляцией воздуха. Примером таких устройств является эжекторная система охлаждения, при которой в морозилке кроме охлаждающих батарей устанавливают воздухоохладители (из оребренных труб) с распределением циркулирующего в камере воздуха эжекторами.

По сравнению с морозилками с естественной циркуляцией воздуха в морозилках с побудительной циркуляцией воздуха продолжительность замораживания сокращается на 20...25 %. Однако при эжекторной системе охлаждения наблюдается неравномерное распределение циркулирующего воздуха в камере, что приводит к различной скорости замораживания мясных туш в разных местах камеры. Это является основным недостатком эжекторной системы охлаждения.

Конструкция и размещение охлаждающих батарей в помещении в значительной степени определяют интенсивность работы камерной морозилки. Это хорошо иллюстрирует камерная морозилка конструкции Н. А. Герасимова, схема которой приведена на рис. 5.25.

В морозилке вместо двухрядных пристенных и четырехрядных потолочных батарей установлены более эффективные однорядные

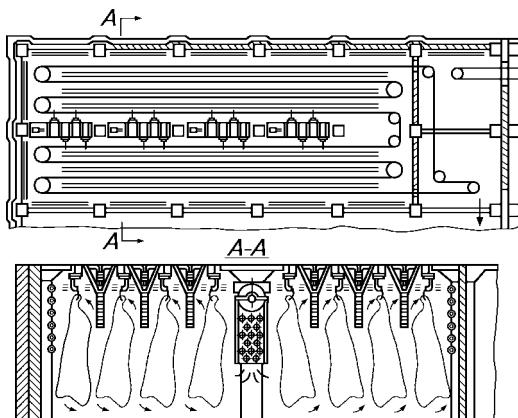


Рис. 5.25. Камерная морозилка конструкции Н. А. Герасимова с однорядными батареями из горизонтальных оребренных труб и воздухоохладителем

батареи, которые размещены не только под потолком и по стенам, но и по высоте камеры между нитками подвесных путей. При этом замораживаемые туши оказались в зоне усиленной циркуляции воздуха в непосредственной близости от батарей. Значительно улучшился конвективный и особенно лучистый теплообмен, обеспечилось выравнивание температурного режима в камере. Применение воздухоохладителей вдоль камеры между колоннами позволило интенсифицировать работу охлаждающих батарей и уменьшить их поверхность. В такой камере продолжительность замораживания при температуре кипения аммиака -40°C и циркуляции воздуха в верхней зоне со скоростью около 2 м/с составляет 20...25 ч.

Холодильники большой производительности для замораживания мясных полуфабрикатов оборудуют тоннельными морозилками с интенсивным движением воздуха. Схема тоннельной морозилки приведена на рис. 5.26.

Тоннели с подвесными путями располагают в грузовом пространстве морозильной камеры на площади $6 \times 6 \text{ м}^2$. Разделяют тоннели перегородками с отверстиями для прохождения воздуха. Однорядные пристенные оребренные батареи непосредственного испарения монтируют вдоль тоннелей. Воздух, нагнетаемый вентиляторами, последовательно проходит через тоннели со скоростью 3,0...3,5 м/с. Продолжительность замораживания с учетом времени на загрузку и выгрузку мяса благодаря хорошему лучистому и конвективному теплообмену составляет 14 ч при температуре воздуха -35°C .

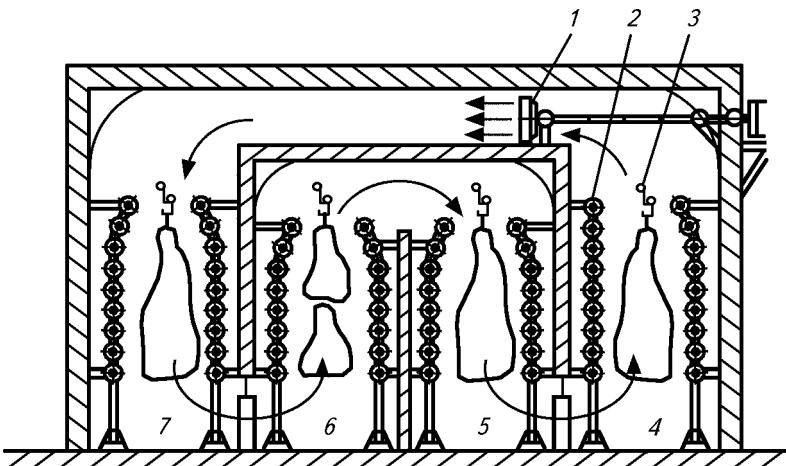


Рис. 5.26. Тоннельная морозилка:

1 — вентилятор; 2 — охлаждающие батареи; 3 — подвесные пути; 4...7 — тоннели

В тоннельных морозилках загрузка и выгрузка тоннелей механизированы. Каждый морозильный отсек оборудован индивидуальным цепным конвейером с толкателями, которые перемещаются вдоль подвесного пути и увлекают ролики с подвешенным мясом. Проектная производительность морозилки — 10 т/сут, что дает съем замороженной продукции с 1 м² в 2,8 раза больший, чем при медленном замораживании.

5.4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

5.4.1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Ограждения стационарных холодильников представляют собой многослойные конструкции, выполненные из различных строительных материалов. Несущий слой ограждения делают из прочного строительного материала. Он защищает холодильник от влияния окружающего воздуха и механических повреждений. К несущему слою прилегают гидро- и теплоизоляционные слои, которые препятствуют проникновению теплоты и влаги из внешней среды. Гидро- и теплоизоляционные слои совместно с несущим слоем образуют изоляционную конструкцию, которая должна обеспечить непрерывность изоляционного слоя; иметь достаточ-

ную толщину; обеспечить надежность ее крепления к несущим конструкциям.

Нарушение изоляции создает так называемые «мостики холода», которые приводят к излишним потерям холода, промерзанию конструкций, их увлажнению и порче. На рис. 5.27 приведены схемы тепловой изоляции первого этажа многоэтажного здания. На рис. 5.27, *а* показано неправильное расположение изоляции, здесь ее непрерывность нарушена, так как между слоем изоляции стены и слоем изоляции над перекрытием в местах расположения колонн имеются «мостики холода». На рис. 5.27, *б* приведен пример правильного расположения изоляции, где все ограждения защищены непрерывной изоляцией.

На выбор тепловой и противовлажностной изоляции полов стационарных холодильников оказывают влияние свойства грунта и температурный режим в нижнем этаже холодильника. На рис. 5.28 приведены схемы изолированных полов для разных холодильников.

На схеме 5.28, *а* показано устройство полов для холодильников с нулевым отрицательным режимом в камерах, которые строят на сухих песчаных грунтах. Известно, что сухой песчаный грунт не промерзает. При строительстве холодильника на уплотненный катком грунт укладывают слой бетона (7...8 см) и покрывают его рулонным материалом, который не допускает проникновения влаги из грунта в сторону холодильной камеры (в зону пониженной температуры). Для защиты рулонного материала от механических повреждений его закрывают шлакобетоном (4...5 см), затем укладывают требуемый по расчету слой шлака. Над слоем шлака укладывают небольшой слой шлакобетона, гидроизоляцию, не до-

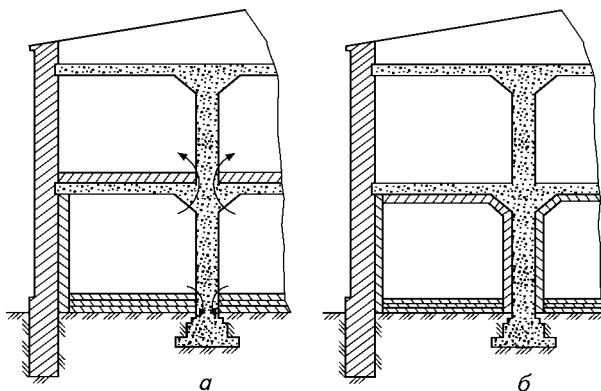


Рис. 5.27. Схемы тепловой изоляции:

а — с «мостиками холода»; *б* — с непрерывной изоляцией

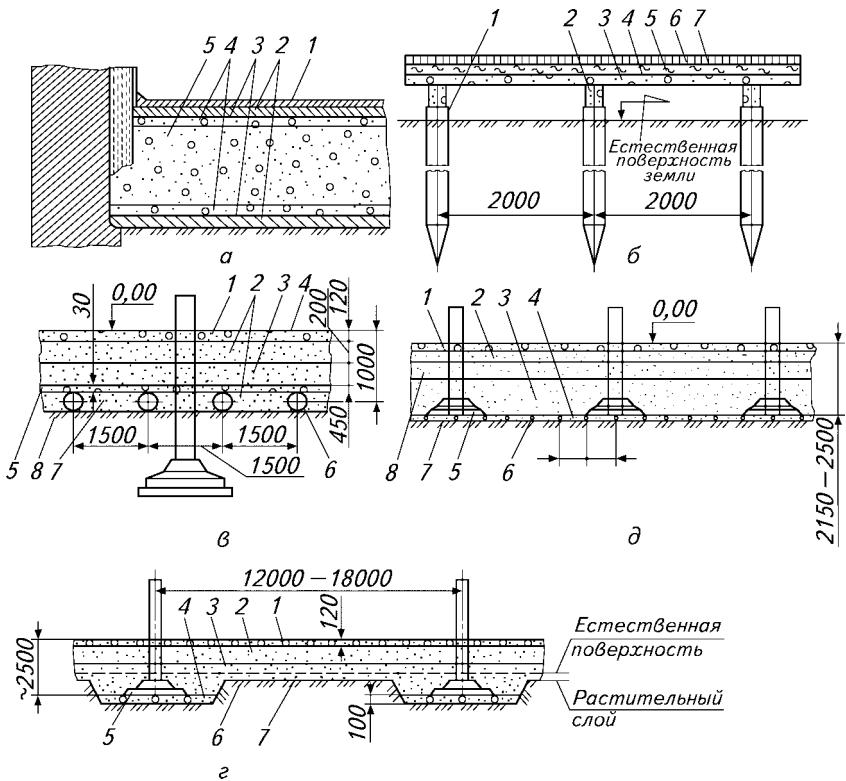


Рис. 5.28. Изолированные полы холодильников:

- а — для камер с нулевыми и отрицательными температурами на сухих песчаных грунтах: 1 — асфальтобетон; 2 — бетон и армированный бетон; 3 — гидроизоляция; 4 — шлакобетон; 5 — щлак;
 б — для камер с отрицательными температурами: 1 — железобетонные сваи; 2 — железобетонные балки; 3 — плиты железобетонные сборные; 4 — минеральная пробка; 5 — армированная корка; 6 — асфальт; 7 — пароизоляция;
 в — шанцевые для камер с отрицательными температурами: 1 — железобетонные плиты; 2 — среднезернистый песок; 3 — керамзитовый щебень; 4 — цементный раствор; 5 — гидроизоляция; 6 — бетонные трубы; 7 — глинопесчаная смесь; 8 — уплотненный грунт;
 г, д — для камер с отрицательными температурами с подогревом электротоком или горячим маслом: 1 — сборные плиты; 2 — среднезернистый песок; 3 — грунтовая засыпка; 4 — электронагреватели или стальные трубы с горячим маслом; 5 — бетон; 6 — гидроизоляция; 7 — уплотненный грунт; 8 — керамзитовый щебень

пускающую проникновения влаги из камеры, и армированный бетон (основание для чистого пола).

В камерах, где температура превышает 0 °С, допускается устройство полов без изоляции. В этом случае требуется подсыпка шлака по периметру наружных стен на глубину 0,5 м и ширину 0,5 м, чтобы устранить воздействие «мостиков холода».

В одноэтажных холодильниках, построенных на промерзающих грунтах, при наличии отрицательных температур полы должны иметь устройства для защиты грунта от промерзания. С этой целью изготавливают полы с подпольем (на свайном основании) (см. рис. 5.28, б), шанцевые полы (см. рис. 5.28, в) и полы с подогревом электротоком или теплым маслом (см. рис. 5.28, г и д).

В шанцевых полах рекомендуют применять воздушную реверсивную систему обогрева. В зимний период система работает на рециркуляцию с подогревом воздуха. В летнее время в каналы подают наружный воздух без подогрева с выпуском охлажденного воздуха наружу. В южных районах применяют только систему побудительного движения воздуха без рециркуляции и подогрева.

Шанцевые полы с подогревом циркулирующим воздухом менее экономичны, чем полы с подогревом грунта электротоком или маслом. При устройстве полов с электронагревателями последние выполняют из арматурной стали (диаметром 10...18 мм) или стальных труб (диаметром 50...65 мм) для циркуляции теплого масла, которые укладывают на глубине заложения фундаментов. Напряжение тока, подаваемого в электронагреватели, не должно превышать 30 В.

Самонесущие наружные кирпичные стены в большинстве случаев изолируют материалом в виде плит (минеральная пробка, листая изоляция, торфоплиты). Используют также и блочную изоляцию (пенобетон), а иногда засыпную изоляцию (шлак, пемза, минеральная и шлаковая вата, опилки и др.).

Виды изоляции ненесущих изолированных многослойных стен приведены на рис. 5.29.

При изоляции плитами (см. рис. 5.29, а) стены предварительно штукатурят для создания гладкой поверхности во избежание образования пустот при нанесении изоляции. Штукатурку просушивают, а затем на нее наносят слой пароизоляции (окраска битумом). Далее при помощи реек и проволоки к стене крепят изоляционные плиты расчетной толщины. В свою очередь, рейки крепят к деревянным пробкам, закладываемым в стену. Изоляционные плиты закрывают слоем штукатурки, которую наносят для большей прочности по металлической сетке. В нижней части стен на высоте 60...70 см от пола для защиты изоляции от грызунов используют проволочную сетку с ячейками не более 1 см² и панель из цементной штукатурки толщиной до 40 мм.

Пенобетоном (см. рис. 5.29, б) стены изолируют в один или два слоя. Здесь пароизоляцией служит слой цементного раствора, при помощи которого изоляционный материал крепят к кирпичной стене.

Значительно отличается от описанных выше конструкций конструкция стены с засыпной изоляцией (см. рис. 5.29, в). Засыпные

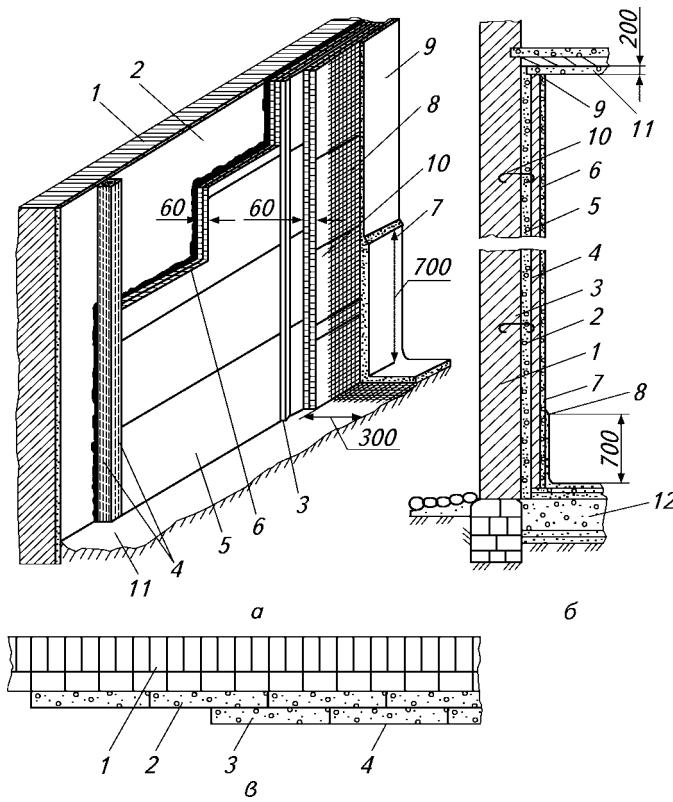


Рис. 5.29. Ненесущие изолированные многослойные стены:

a — изоляция плиточным материалом: 1 — кирпичная стена; 2 — штукатурка; 3 — рейки; 4 — скобы крепления реек; 5 — изоляционные плиты; 6 — битум; 7 — плиты; 8 — металлическая сетка; 9 — цементная штукатурка по сетке; 10 — панель из цементной штукатурки; 11 — полы камер; *b* — изоляция двумя слоями пенобетонных блоков: 1 — стена кирпичная; 2 — штукатурка стены; 3 — смазка битумом; 4 — изоляция; 5 — стена на $\frac{1}{2}$ кирпича; 6 — штукатурка на сетке; 7 — металлическая сетка от грызунов; 8 — цементная панель; 9 — люк для добавления изоляции; 10 — анкер; 11 — изоляция перекрытия; 12 — изоляция пола камеры; *c* — засыпная изоляция: 1 — наружная стена; 2 — засыпной изоляционный слой; 3 — внутренняя стена; 4 — пароизоляционный слой

изоляционные материалы (опилки, торфяная мелочь, стеклянная вата, шлак, шелуха гречихи) размещают между двумя стенами: наружной (основной стеной холодильника) и внутренней, назначение которой — удержать слой изоляции. Внутренние стены выполняют кирпичными или деревянными. Пароизоляционный слой наносят на внутреннюю поверхность наружной стены. Несмотря на простоту устройства, стены с засыпной изоляцией применяют редко. Это объясняется тем, что засыпка со временем дает

осадку, поэтому при эксплуатации ее приходится добавлять через люки, которые специально устраивают в верхней части стены. Кроме этого засыпные изоляционные материалы вследствие значительной гигроскопичности и влагоемкости увлажняются, и их теплозащитные свойства ухудшаются.

Виды тепло- и гидроизоляции сборной стены холодильника и межэтажного перекрытия приведены на рис. 5.30. Сборные стены холодильников монтируют из отдельных сборных панелей, скрепляемых с межэтажными перекрытиями или покрытием при помощи анкеров (см. рис. 5.30, а). Несущей частью панели служит железобетонная плита корытообразной формы. Пороизоляционный слой и слой теплоизоляции укладываются на внутреннюю поверхность плиты. В горизонтальных стыках около межэтажных перекрытий помещают противопожарные пояса из несгораемых термоизоляционных материалов (пенобетона и др.).

Теплоизоляцию межэтажных перекрытий (см. рис. 5.30, б и в) выполняют разными способами. Когда изоляция расположена выше перекрытия, изоляционные работы значительно упрощаются. Изоляция перекрытия снизу связана с трудоемкими работами по надежному креплению плит. Такой способ изоляции применя-

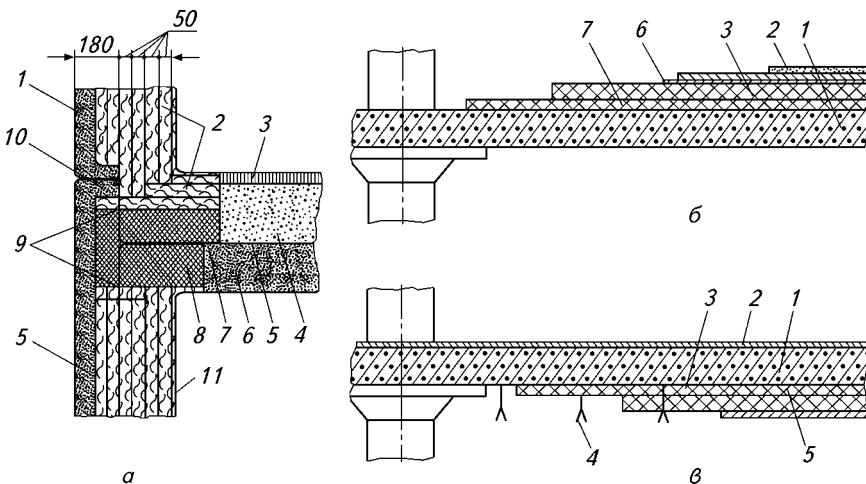


Рис. 5.30. Тепло- и гидроизоляция сборной стены и межэтажного перекрытия:

a — осаждение сборных панелей с перекрытием: 1 — плита панели; 2 — минеральная пробка; 3 — пол асфальтобетонный или из сборных бетонных плит; 4 — цементный керамзитобетон; 5 — пароизоляция; 6 — перекрытие межэтажное железобетонное; 7 — анкер панели; 8 — противопожарный пояс; 9 — асбестовый картон; 10 — прокладка между панелями; 11 — асбестоцементный лист; *b, в* — плиточная изоляция для перекрытия с верхним и нижним расположением плит: 1 — железобетонное перекрытие; 2 — чистый пол; 3 — изоляционные плиты; 4 — «усики» из проволоки для подвязки плит; 5 — цементная штукатурка; 6 — рубероид; 7 — бетонная подготовка

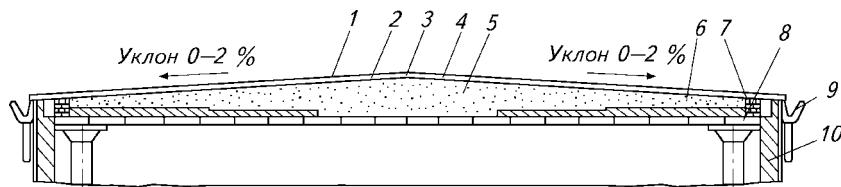


Рис. 5.31. Тепло- и гидроизоляция покрытия холодильника:

1 — защитный слой; 2 — рулонная пятислойная кровля; 3 — грунтовка; 4 — временная стяжка из бетона; 5 — керамзитовый или перлитовый щебень; 6 — минеральная пробка; 7 — противопожарный пояс; 8 — сборное покрытие; 9 — сборный железобетонный карниз; 10 — панели

ют редко. В качестве изоляционного материала для перекрытий используют цементный керамзитобетон, пенобетон, торфоплиты, минеральную пробку и др.

Конструкция тепло- и гидроизоляции верхнего покрытия холодильников зависит от типа кровли, которая может быть рулонной или шатровой.

Шатровые кровли для холодильников применяют крайне редко.

Рулонные кровли (рис. 5.31) получили наибольшее распространение.

Для изоляции верхнего покрытия холодильника с рулонной кровлей применяют плиточные и сыпучие материалы. Несущую часть покрытия выполняют горизонтальной. Уклон в кровле (до 2 %) создается изменением толщины слоя термоизоляции. Ближе к карнизам укладывают более эффективные материалы (например, минеральную пробку), а в коньке — керамзитовый или перлитовый щебень, обладающий высоким коэффициентом теплопроводности.

Из блоков пенобетона, газобетона, пеностекла, керамзитоцемента и других материалов, укладываляемых на горячие битумные мастики, делают бескаркасные перегородки. В некоторых случаях устраивают сборные перегородки из крупногабаритных панелей с использованием негорючих и slabogorючих материалов.

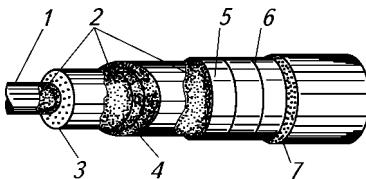
Каркасные перегородки с горючими плиточными тепло- и пароизоляционными материалами применяют в исключительных случаях только после согласования с пожарной инспекцией.

На рис. 5.32 представлены виды изоляции для трубопроводов. Изоляция трубопроводов включает: термоизоляционный слой, пароизоляцию и штукатурку. Холодные трубопроводы холодильников изолируют скорлупами и сегментами, изготовленными из плиточных изоляционных материалов. К эксплуатации принимают трубопроводы, прошедшие испытания на давление.

Поскольку изоляция — один из самых дорогостоящих элементов каждого холодильника, то при проектировании необходимо

Рис. 5.32. Трубопроводы с изоляцией скорлупами и сегментами из минеральной пробки:

1 — труба; 2 — битум; 3 — скорлупы; 4 — сегменты; 5 — толь; 6 — проволока; 7 — цементная штукатурка



располагать камеры таким образом, чтобы площади изолируемых поверхностей и разности температур между камерами были минимальными.

5.4.2. РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОДУКЦИИ НА СКЛАДАХ-ХОЛОДИЛЬНИКАХ

Склад-холодильник — наиболее общий элемент логистических цепей. Рационализация материальных потоков на нем — резерв повышения эффективности работы любого предприятия.

В последнее время для решения задачи размещения продуктов на складе успешно применяют метод *Парето* (20/80), согласно которому 20 % объектов, с которыми обычно приходится иметь дело, дают, как правило, 80%-ный результат.

На складе применение метода Парето позволяет минимизировать количество передвижений посредством разделения всего ассортимента на группы, требующие большого количества перемещений, и группы, к которым обращаются достаточно редко.

Как правило, часто отпускаемые товары составляют лишь небольшую часть ассортимента, и располагать их необходимо в удобных, максимально приближенных к зонам отпуска местах, вдоль так называемых «горячих» линий. Товары, требующиеся реже, отодвигают на второй план и размещают вдоль «холодных» линий.

При размещении товаров в складах-холодильниках необходимо учитывать их свойства. Например, для хранения сыров должны быть выделены отдельные помещения, чтобы другим продуктам не передавался сырный запах. Ящики с сыром укладывают в штабель по высоте не более 7...8 ящиков так, чтобы высота его не превышала 2 м. От стен штабель должен отстоять не менее чем на 20 см. Между рядами прокладывают рейки для циркуляции воздуха. Ширина прохода между штабелями должна составлять 0,5...0,8 м.

Крупные сыры можно хранить без тары на специальных полках. При укладке сыров (один на другой) между ними помещают прокладку из материалов, разрешенных органами государственного санитарного надзора. Мелкие сыры хранят в таре на полках или на деревянных стеллажах.

На складах применяют два метода отбора товаров: индивидуальный и комплексный.

Индивидуальный метод — это последовательное укомплектование отдельного заказа. При этом товар следует сразу укладывать в соответствующую тару и по окончании операции он должен быть готов к проверке и отправке.

Комплексный метод применяют, как правило, при выполнении небольших заказов. Отборщик, обходя зону отбора, изымает из мест хранения товары для нескольких заказов согласно сводному отборочному листу. При этом цепь операций по подбору отдельного заказа увеличивается, так как появляется дополнительная операция по превращению комплексного отбора в индивидуальную, однако общее число цепей сокращается. Здесь необходимо находить компромиссное решение в каждом конкретном случае.

Информация, которой должен располагать отборщик в процессе выполнения заказа, должна быть следующей: где размещены товары; сколько товара необходимо; кому предназначен товар; что делать, если отбираемый товар закончился; что делать после отборки заказанного товара.

Эффективность операций по подготовке товаров к отпуску можно охарактеризовать такими показателями: частота отборки; пропускная способность участка отборки; уровень обслуживания заказчиков; случаи отсутствия запаса товара, включенного в отборочный лист.

Кроме этого, размещение продукции на складе оказывает большое влияние на формирование грузовой единицы, которая является элементом сквозного логистического процесса.

Грузовая единица — это некоторое количество грузов, которые погружают, транспортируют, выгружают и хранят как единую массу.

Размеры грузовых единиц, а также оборудование для их погрузки, транспортирования, разгрузки и хранения должны быть согласованы между собой. Это позволит эффективно использовать материально-техническую базу участников логистического процесса на всех этапах движения материального потока. Соизмеримость грузонесущих поверхностей и грузовых единиц достигается использованием так называемого базового модуля, который представляет собой прямоугольник со сторонами 600 × 400 мм.

В настоящее время на основе базового модуля разработана единая система унифицированных размеров транспортной тары. Принцип создания этой системы заключается в том, что площадь поддона (поддон 1200 × 800 мм содержит 4 базовых модуля, поддон 1200 × 1000 мм — 5 базовых модулей) разделяют на сетку кратных размеров, которые определяют наружные и внутренние размеры транспортной тары.

Площадь грузовых платформ транспортных средств, а также площадь грузонесущих поверхностей оборудования, участвующего в логистических процессах, также должна быть кратной размечрам базового модуля.

5.4.3. РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ СКЛАДА

Площадь склада, м²,

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{гр}} + S_{\text{всп}} + S_{\text{пр}} + S_{\text{км}} + S_{\text{рм}} + S_{\text{пз}} + S_{\text{оэ}},$$

где $S_{\text{гр}}$ — грузовая (полезная) площадь, т. е. площадь, занятая под хранимыми товарами (стеллажами, штабелями и другими приспособлениями для хранения товара), м²; $S_{\text{всп}}$ — вспомогательная площадь, т. е. площадь, занятая проездами и проходами, м²; $S_{\text{пр}}$ — площадь участка приемки, м²; $S_{\text{км}}$ — площадь участка комплектования, м²; $S_{\text{рм}}$ — площадь рабочих мест, т. е. площадь в помещениях складов, отведенная для оборудования рабочих мест складских работников, м²; $S_{\text{пз}}$ — площадь приемочной экспедиции, м²; $S_{\text{оэ}}$ — площадь отправочной экспедиции, м².

Грузовая площадь склада, м²,

$$S_{\text{гр}} = Q3K_{\text{н}}/254C_vK_{\text{иго}}H,$$

где Q — прогноз годового товарооборота, руб/г; 3 — прогноз величины товарных запасов (средний запас), дней оборота; $K_{\text{н}}$ — коэффициент неравномерности загрузки склада; C_v — средняя стоимость одного кубического метра хранимого на складе товара, руб/м³; $K_{\text{иго}}$ — коэффициент использования грузового объема склада; H — высота укладки грузов на хранение, м; 254 — число рабочих дней в году.

Значения Q и 3 определяют на основе прогнозных расчетов.

Коэффициент неравномерности загрузки склада определяют как отношение грузооборота наиболее напряженного месяца к среднемесячному грузообороту склада. В проектных расчетах $K_{\text{н}}$ принимают равным 1,1...1,3 (приемка 1,3; отпуск 1,2).

$$K_{\text{н}} = \Gamma_{\text{макс}}/\Gamma_{\text{ср}},$$

где $\Gamma_{\text{макс}}$ — максимальный грузооборот; $\Gamma_{\text{ср}}$ — средний грузооборот.

Коэффициент использования грузового объема склада характеризует плотность и высоту укладки товара

$$K_{\text{иго}} = V_{\text{пол}}/S_{\text{об}}H,$$

где $V_{\text{пол}}$ — объем товара в упаковке, который может быть уложен на данном оборудовании по всей его высоте, м³; $S_{\text{об}}$ — площадь, которую занимает проекция внешних контуров несущего оборудования на горизонтальную плоскость, м².

Технологический смысл коэффициента $K_{\text{иго}}$ заключается в том, что оборудование, особенно стеллажное, невозможно полностью

заполнить хранимым грузом. Чтобы укладывать и извлекать груз из мест хранения, необходимо оставлять технологические зазоры между хранимым грузом и внутренними поверхностями стеллажей. Кроме того, груз чаще всего хранится на поддонах, которые, имея стандартную высоту 144 мм, также занимают часть грузового объема.

Расчет $K_{\text{иго}}$ для стеллажей марки СТ-2М-11 показал, что в случае хранения товаров на поддонах $K_{\text{иго}} = 0,64$, а при хранении без поддонов $K_{\text{иго}} = 0,67$.

Площадь проходов и проездов $S_{\text{вспр}}$ определяют после принятия варианта механизации, она зависит от типа использованных в технологическом процессе подъемно-транспортных машин. Если ширина рабочего коридора работающих между стеллажами машин равна ширине стеллажного оборудования, то площадь проходов и проездов будет равна грузовой площади.

Площади участков приемки и комплектования $S_{\text{пр}}$ и $S_{\text{км}}$ рассчитывают на основании укрупненных показателей расчетных нагрузок (на 1 м² площади) на участках приемки и комплектования. В общем случае в проектных расчетах исходят из необходимости размещения на каждом квадратном метре участков приемки и комплектования одного кубического метра товара. Например, на 1 м² площади склада при высоте укладки 1 м средняя нагрузка мясных консервов составит 0,85 т/м², рыбных — 0,71 т/м².

Площади участков приемки и комплектования, м²,

$$S_{\text{пр}} = QK_h A_2 t_{\text{пр}} / C_p \cdot 254q100;$$

$$S_{\text{км}} = QK_h A_3 t_{\text{км}} / C_p \cdot 254q100,$$

где A_2 — доля товаров, проходящих через участок приемки склада, % (среднегодовой или в зависимости от шкалы измерения); A_3 — доля товаров, подлежащих комплектованию на складе, % (в зависимости от шкалы измерения); q — масса товара на 1 м², рассчитанная с учетом укрупненных показателей расчетных нагрузок на 1 м² на участках приемки и комплектования, т/м² (средняя); $t_{\text{пр}}$ — число дней нахождения товара на участке приемки; $t_{\text{км}}$ — число дней нахождения товара на участке комплектования; C_p — примерная стоимость 1 т хранимого на складе товара, руб/т.

Следует отметить, что некоторый дефицит площади на участке приемки полезнее избытка, так как появляется жесткая необходимость интенсивнее обрабатывать поступающие грузы.

Площадь рабочих мест S_{pm} включает рабочее место заведующего складом (около 12 м²). Это место оборудуют вблизи участка комплектования с возможностью максимального обзора складского помещения.

Если на складе качество товара подлежит проверке, то рабочие места соответствующего персонала оборудуют вблизи участка приемки, но в стороне от основных грузопотоков.

Площадь приемочной экспедиции должна позволять разместить такое количество товара, которое может поступить за выходные дни (нерабочие).

$$S_{\text{пр}} = Qt_{\text{п}} K_h / C_p \cdot 365 q_3,$$

где $t_{\text{п}}$ — число дней, в течение которых товар будет находиться в приемочной экспедиции; q_3 — масса 1 м³ товара, т/м².

Площадь отправочной экспедиции используют для комплектования отгрузочных партий, м²,

$$S_{\text{о}} = Qt_{\text{o}} A_4 K_h / C_p \cdot 254 q_3 \cdot 100,$$

где t_{o} — число дней, в течение которых товар будет находиться в отправочной экспедиции; A_4 — доля товаров, подлежащих отгрузке, %.

ЛИТЕРАТУРА



Большаков С. А. Холодильная техника и технология. — М.: Агропромиздат, 2000. — 286 с.

Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна/Пер. с англ. В. И. Да-шевского. — М.: Агропромиздат, 1991. — 608 с.

Брайен М. Г. Руководство по транспортировке фруктов, овощей, цветов и поса-дочного материала. — М.: Прогресс-Академия, 1994. — 154 с.

Глущенко Н. А., Глущенко Л. Ф. Технология, сооружения и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. — Великий Новгород: ИПЦ НовГУ им. Я. Мудрого, 2002. — 523 с.

Драгилев А. И., Дроздов В. С. Энергетическое, транспортное и санитарно-тех-ническое оборудование пищевых предприятий. — М.: Колос, 1994. — 240 с.

Кинякин М. Ф. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. — М., 2000. — 264 с.

Курочкин А. А., Ляшенко В. В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства. — М.: Колос, 2001. — 400 с.

Лаштина Н. Г., Суедов В. П., Полушкин В. И. Холодильно-компрессорные ма-шины и установки. — М.: Колос, 1994. — 431 с.

Мельник Б. Е., Лебедев В. Б., Малин Н. И. Производство зернового сырья на элеваторах. — М.: Колос, 1996. — 496 с.

Оболенский Н. В., Денисюк Е. А. Холодильное и вентиляционное оборудова-ние. — Нижний Новгород, 2000. — 232 с.

Оболенский Н. В., Терехов М. Б. Элеваторы и склады. — Нижний Новгород, 2000. — 131 с.

Оболенский Н. В., Терехов М. Б. Процессы и аппараты при переработке продук-ции растениеводства. — Нижний Новгород, 2000. — 340 с.

Платонов П. Н., Пунков С. В., Фасман В. В. Элеваторы и склады. — М.: Агропромиздат, 1987. — 319 с.

Пунков С. В., Стародубцева А. И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяй-ство и зерносушение. — М.: Агропромиздат, 1990. — 367 с.

Рогов И. А., Забашта А. Г., Казюлин Г. П. Общая технология мяса и мясопро-дуктов. — М.: Колос, 2000. — 367 с.

Скрипников Ю. Г. Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей. — М.: Агропромиздат, 1989. — 159 с.

Скрипников Ю. Г., Гореньков Э. С. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. — М.: Колос, 1993. — 336 с.

Терехов М. Б., Чичаев В. М. Сооружения и оборудование для хранения зерна. — Нижний Новгород, 1997. — 200 с.

Терехов М. Б., Чичаев В. М. Сооружения и оборудование для хранения продукции растениеводства. — Нижний Новгород, 1997. — 271 с.

Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов/ Г. Д. Аверин, Н. К. Журавская, Э. И. Каухчешвили и др. — М.: Агропромиздат, 1985. — 256 с.

Холодильные установки/Под ред. И. Г. Чумака. — М.: Агропромиздат, 1991. — 481 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
1. Современное состояние и тенденции развития сооружений для хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки	5
1.1. Основные определения и термины	6
1.2. Основные понятия и порядок разработки проектной документации	8
1.3. Выбор площадки для строительства сооружений	11
1.4. Основные принципы проектирования генерального и ситуационного планов	13
1.5. Основные принципы проектирования промышленных зданий и их конструктивные решения	17
1.6. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)	20
1.7. Общие правила выполнения чертежей	21
1.7.1. Основные надписи	21
1.7.2. Спецификации	25
1.7.3. Размеры листов для строительных чертежей	26
1.7.4. Масштабы, применяемые на строительных чертежах	27
1.7.5. Линии, применяемые на строительных чертежах	27
1.7.6. Шрифты чертежные	30
1.7.7. Нанесение размеров на чертежах	31
1.8. Ортогональное проецирование	38
1.8.1. Изображения	38
1.8.2. Виды	38
1.8.3. Сечения	39
1.8.4. Разрезы	39
1.9. Основы строительного черчения	41
1.9.1. Конструктивные элементы и схемы зданий	41
1.9.2. Условные обозначения элементов зданий, санитарно-технических устройств и подъемно-транспортного оборудования	47
1.9.3. Основные требования к строительным чертежам	48
1.9.4. Чертежи планов зданий	49
1.9.5. Планы зданий	51
1.9.6. Чертежи фасадов зданий	53
2. Оборудование сооружений для хранения продукции	55
2.1. Оборудование для приемки продукции	55

2.1.1. Весовое оборудование	55
2.1.2. Характеристика весов	56
2.1.3. Устройства для разгрузки автомобилей и вагонов	64
2.1.4. Грузоподъемное оборудование	68
2.2. Транспортирующее оборудование	72
2.2.1. Конвейеры (транспортеры)	72
2.2.2. Нории	79
2.2.3. Пневматический транспорт	81
2.2.4. Самотечные устройства	83
2.3. Вентиляционное оборудование	84
2.3.1. Вентиляционные системы	84
2.3.2. Кондиционеры	92
2.3.3. Основы расчета вентиляционных систем	94
2.4. Зерносушилки	95
2.4.1. Классификация и назначение зерносушилок	95
2.4.2. Устройство и принцип действия барабанных и шахтных зерносушилок	96
2.4.3. Теплогенераторы	99
2.4.4. Разгрузочные устройства	101
2.4.5. Основы эксплуатации и техники безопасности зерносушилок	103
2.5. Инспекционное и калибровочное оборудование	106
2.5.1. Ленточные и роликовые инспекционные транспортеры	106
2.5.2. Калибровочные машины	109
2.6. Холодильная техника	112
2.6.1. Способы получения низких температур	113
2.6.2. Холодильные агенты и хладоносители	114
2.6.3. Классификация и назначение холодильных установок	116
2.6.4. Холодильные машины	117
3. Элеваторы и зерносклады	123
3.1. Элеваторы	123
3.1.1. Назначение и классификация элеваторов	123
3.1.2. Выбор участка под строительство элеватора	124
3.1.3. Требования, предъявляемые к элеваторам	129
3.1.4. Строительные материалы	130
3.1.5. Типовые схемы элеваторов	130
3.1.6. Конструкция силосов и их расположение	133
3.1.7. Загрузка и разгрузка силосов	135
3.1.8. Типичные проблемы истечения зерна	137
3.1.9. Побудители и разгрузители	139
3.1.10. Особенности вентилирования зерна в силосах	142
3.1.11. Размещение транспортного и технологического оборудо- вания	144
3.1.12. Автоматизация и контроль на элеваторе	149
3.1.13. Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах	150
3.1.14. Оперативный расчет элеватора	151
3.1.15. Меры безопасности при работе на элеваторах	156

3.2. Зерновые склады	157
3.2.1. Назначение, классификация и общая характеристика зерновых складов	158
3.2.2. Выбор участка под строительство зерносклада	161
3.2.3. Типовые схемы зерноскладов	162
3.2.4. Механизация работ в зерноскладах	166
3.2.5. Активное вентилирование зерна в складах	168
3.2.6. Механизированные башни	170
3.2.7. Расчет вместимости складов	172
4. Хранилища для овощей и плодов	174
4.1. Временные хранилища	174
4.2. Стационарные хранилища	182
4.2.1. Общие сведения о стационарных хранилищах для плодов и овощей	182
4.2.2. Системы регулирования режима хранения	185
4.2.3. Способы размещения продукции и механизация работ в хранилищах	197
4.3. Плодоовощные холодильники	206
4.4. Холодильники с регулируемой газовой средой	214
4.4.1. Особенности техники хранения плодоовощной продукции в холодильниках с регулируемой газовой средой	215
4.4.2. Характеристика газовых сред и принципы получения заданного состава газовой среды	217
5. Хранилища для сырья и продукции мясной и молочной промышленности	230
5.1. Сооружения для хранения продуктов животноводства	230
5.1.1. Склады	230
5.1.2. Ледники	233
5.1.3. Холодильники	236
5.1.4. Машинное отделение холодильников	241
5.1.5. Ветеринарно-санитарные требования к сооружениям для хранения продукции животноводства	244
5.2. Резервуары общего и специального назначения для хранения молока	246
5.2.1. Классификация резервуаров	247
5.2.2. Оборудование для транспортирования молока	247
5.2.3. Резервуары общего назначения	251
5.2.4. Резервуары специального назначения	254
5.3. Холодильное оборудование для хранения мясо-молочной продукции	258
5.3.1. Классификация холодильного оборудования для мясо-молочной продукции	259
5.3.2. Холодильные установки	259
5.3.3. Приборы для измерения параметров охлаждающих сред и продуктов	264
5.3.4. Холодильные шкафы	267
5.3.5. Холодильные камеры	267
5.3.6. Воздушные скороморозильные аппараты	270

5.3.7. Плиточные морозильные аппараты	273
5.3.8. Криогенные морозильные агрегаты и линии	277
5.3.9. Перспективные направления развития холодильного оборудования	280
5.3.10. Особенности охлаждения и замораживания продуктов в холодильных камерах	281
5.4. Конструктивные особенности стационарных холодильников	286
5.4.1. Строительные и изоляционные конструкции	286
5.4.2. Размещение продукции на складах-холодильниках	293
5.4.3. Расчет площади склада	295
<i>Литература</i>	298

Учебное издание

**Николай Алексеевич Глущенко,
Людмила Федоровна Глущенко**

**СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА**

Учебное пособие для вузов

Художественный редактор *В. А. Чуракова*
Компьютерная верстка *Т. Я. Белобородовой*
Компьютерная графика *О. А. Григорьевой*
Корректор *Г. В. Абатурова*

Сдано в набор 26.06.07. Подписано в печать 02.07.08. Формат 60×88 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Ньютон. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,62.
Изд. № 075. Тираж 15 000 экз. (1-й завод: 1—1000 экз.). Заказ

ООО «Издательство «КолосС», 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 17.
Почтовый адрес: 129090, Москва, Астраханский пер., д. 8.
Тел./факс (495) 680-14-63, e-mail: sales@koloss.ru,
наш сайт: www.koloss.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО
«Марийский полиграфическо-издательский комбинат»,
424002, г. Йошкар-Ола, ул. Комсомольская, 112

ISBN 978-5-9532-0453-8



9 785953 204538