

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный
университет»**

**СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА**



Казань – 2015

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный
университет»**

**В.П. Владимиров, П.А. Чекмарев, Л.М. Егоров,
К.В. Владимиров**

**СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Учебное пособие

Рекомендовано Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для руководителей, агрономов хозяйств, сельхозпроизводителей, студентов обучающихся по агрономическим специальностям,

Казань – 2015

**УДК
ББК
В**

Под редакцией доктора с.-х. наук, профессора В.П. Владимирова

Рецензенты:

Директор ГНУ «Татарский научно исследовательский институт сельского хозяйства» РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук **М.Ш.Тагиров**

Заведующий кафедрой ресурсосберегающих технологий сельскохозяйственных культур Татарского института переподготовки кадров агробизнеса, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **В.Н.Фомин**

**В.П. Владимиров, П.А. Чекмарев, Л.М. Егоров,
К.В. Владимир**

Учебное пособие по дисциплине: Сооружения и оборудования для хранения продукции растениеводства. Учебное пособие. – Казань, КГАУ, 2015.- 172 с.

В учебном пособии изложен материал, позволяющий сформировать у студентов понятия об основных технологиях элеваторной промышленности. Приведены и описаны принципиальные схемы основных объектов элеваторной промышленности; сведения о конструкциях, формах, размерах, методах возведения зерноскладов и железобетонных элеваторов, металлических и железобетонных силосов большой вместимости, об особенностях хранения зерна в них.

Приведены данные по оборудованию системы транспортирования, приемно-отпускных устройств, сушки зерна.

Предназначена для студентов агрономического факультета, обучающихся по направлению подготовки 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

© ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ», 2015

Kazan State Agrarian University

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ

1.1. Структура элеваторной промышленности

Производство зерна носит сезонный характер. Большие массы зерна накапливаются в очень короткие сроки, исчисляемые днями. Потребление же зерна происходит ежедневно в течение года. Следовательно, в стране необходимо иметь запасы зерна, которые удовлетворяли бы ежедневную потребность в зерне и продуктах его переработки всех потребителей. В хлебообороте страны, связанном с движением зерна от производителя до потребителя, элеваторная промышленность занимает центральное место.

Элеваторная промышленность, призвана обеспечить бесперебойную приемку, послеуборочную обработку, рациональное размещение и хранение зерна, поступающего из сельскохозяйственных предприятий.

Для размещения принятого от хозяйств зерна в стране организована сеть зернохранилищ, как в местах производства зерна, так и в местах его потребления.

Элеватор характеризуется тремя основными особенностями:

1) зерно хранится в силосах; 2) снабжен стационарными установками (механическими или пневматическими) для подъема зерна наверх в силосы; 3) как сооружение представляет собой самостоятельную единицу. При отсутствии хотя бы одного из названных признаков зернохранилище не может быть названо элеватором. Например, если в зернохранилище есть силосы, но нет стационарных установок для подъема зерна, то это просто силосное хранилище, применяемое как внутреннее сооружение на мельницах, комбикормовых заводах и т. д.

В зависимости от способа подачи зерна из силосов к норям и обратно элеваторы разделяют на *самотечные* (рис. 1, а) и *транспортные* (рис. 1, б). В зависимости от расположения силосных корпусов к рабочей башне они могут быть *однокрылыми* (рис. 1, б) и *двукрылыми* (рис. 1, в). По типу конструктивного исполнения элеваторы могут быть *однобашенными* (рис. 1, а-в), *двухбашенными* (рис. 1, г) и *безбашенными* (рис. 1, е, и). Существуют элеваторы с комбинированной емкостью: зерно хранят в силосах и на полу (рис. 1, з), в танках или отдельно стоящих силосах (рис. 1, л) и специальных емкостях у силосов. Элеватор может быть блокирован с мукомольным заводом (рис. 1, к). Высокая техническая вооруженность элеваторов с диспетчерским управлением, обеспечивающим дистанционный пуск механизмов, многофункциональность и высокая производительность являются преимуществами элеваторов.

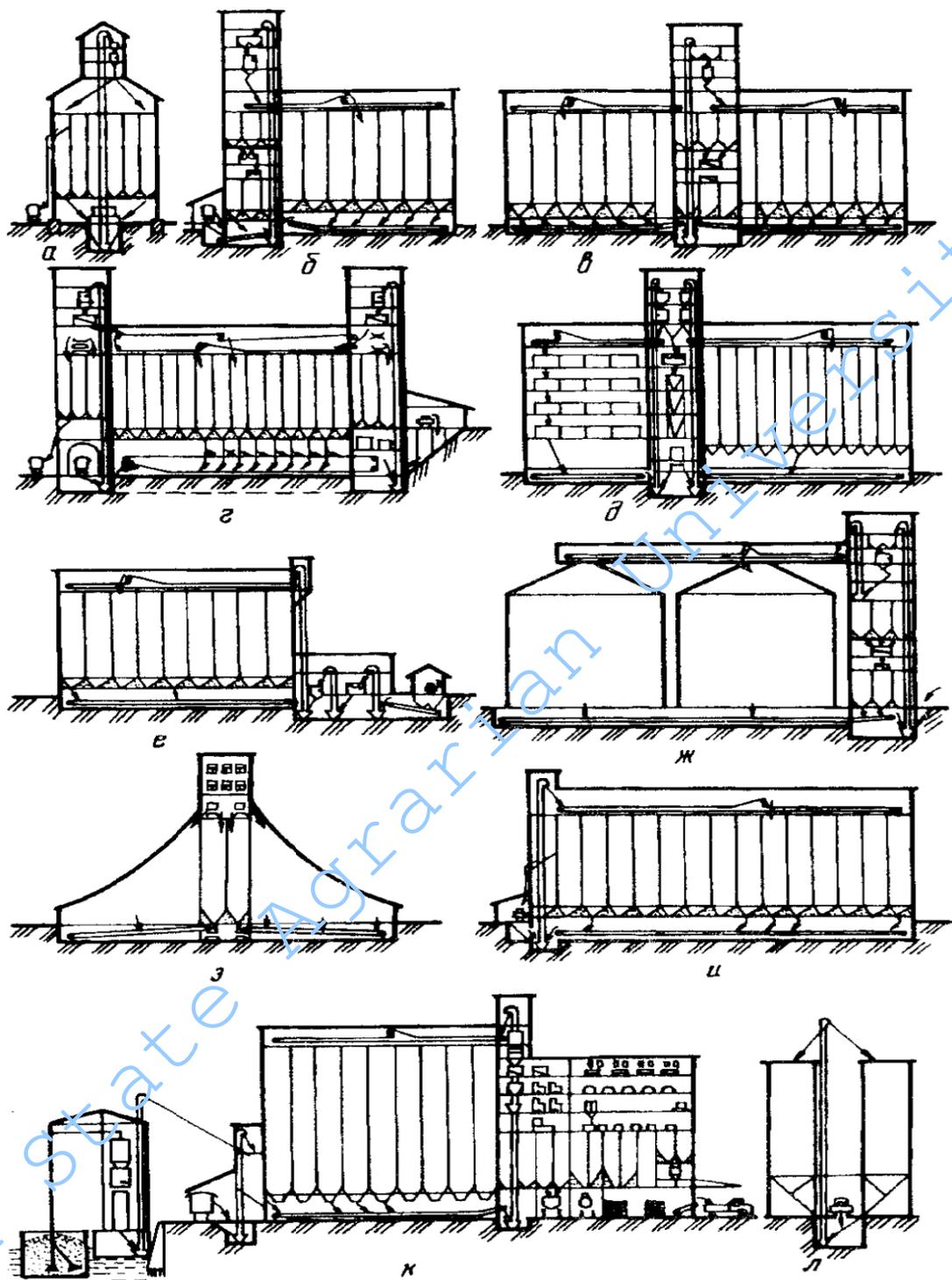


Рис. 1. Типы элеваторов:

a – самотечный; *б* – конвейерный однокрылый; *в* – конвейерный двукрылый; *г* – двухбашенный; *д* – силосно-этажный; *е*, *и* – безбашенные; *ж* – с металлическими силосами; *з* – силосно-складской; *к* – блокированный с мукомольным заводом; *л* – из отдельно стоящих стальных силосов

На элеваторную промышленность, которая является технической базой системы централизованного хлебооборота, возложены следующие основные обязанности:

- принимать зерно в зависимости от района выращивания в течение 15-30 дней;

- обрабатывать зерно (очищать, сушить, вентилировать и др.); на послеуборочную обработку зерна приходится более 30% всех трудовых затрат при возделывании зерновых;

- длительно хранить зерно (в зависимости от качества и его назначения);

- принимать от семеноводческих хозяйств сортовое семенное зерно, семена трав, гибридные и сортовые семена кукурузы, обрабатывать их, хранить, снабжать ими хозяйства;

- транспортировать зерно в районы потребления и экспорта;

- обеспечивать зерном необходимого качества перерабатывающие предприятия (мукомольные, крупяные и др.)

- снабжать (обеспечивать) население страны продуктами переработки зерна;

- хранить запасы зерна на случай неурожая, стихийных бедствий и др.

Зернохранилища и зерносушилки являются основными как при развитии технической базы элеваторной промышленности, так и при распределении выделенных лимитов капитальных вложений. Зернохранилищами располагают не только хлебоприемные, но и зерноперерабатывающие предприятия. Это элеваторы, зерновые склады, металлические силосы, более 95% которых оснащены средствами стационарной механизации.

Проектирование и строительство хлебоприемных предприятий осуществляются на основании технико-экономических обоснований. На выбор района и точки расположения хлебоприемного предприятия оказывает влияние много факторов – объемы и расстояние доставки зерна, наличие автомобильных, железнодорожных и водных путей, наличие населенных пунктов, источники энерго- и водоснабжения и др.

Действующая сеть хлебоприемных предприятий нашей страны является довольно разветвленной и включает железнодорожные станции, пристани, города, районные центры и другие населенные пункты.

В системе хлебопродуктов имеются следующие предприятия, которые принимают, обрабатывают, хранят и отгружают зерно:

1. Элеваторы – это предприятия для хранения и обработки зерна, которых основными производственными объектами являются зерновые элеваторы.

2. Хлебоприемные предприятия, на которых вся или основная часть вместимости состоит из зерновых складов.

3. Реализационные базы – предприятия для снабжения мукой и крупой близлежащих потребителей.

4. Кукурузообработывающие заводы для подготовки гибридных сортовых семян кукурузы.

5. Мукомольные заводы – предприятия для производства муки.

6. Крупяные заводы – предприятия для производства крупы.

7. Комбикормовые заводы – предприятия, предназначенные для производства комбикормов и белково-витаминных добавок.

На мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах основными производственными объектами являются элеватор, перерабатывающий цех и цех (склад) готовой продукции.

8. Комбинаты хлебопродуктов. В качестве основных производственных объектов имеют элеваторы и зерновые склады, мукомольные, комбикормовые или крупяные заводы, цехи (склады) готовой продукции.

В зависимости от расположения хлебоприемных предприятий (элеваторов) они могут быть линейными (на линиях железных дорог), пристанскими (на речных пристанях), глубинными (расположенными вдали от железных дорог и пристаней).

По характеру работы хлебоприемные предприятия (элеваторы) можно разделить на: заготовительные, основное назначение которых производить приемку зерна от хозяйств и других сельскохозяйственных предприятий по заготовкам, формировать однородные партии, обрабатывать, хранить и отгружать по назначению;

– перевалочные, основное назначение которых является производить приемку и перевалку зерна с одного вида транспорта на другой (с воды на железную дорогу или, наоборот, с железной дороги узкой колеи на железную у обычной колеи). На этих предприятиях зерно обрабатывают и хранят;

– базисные, основное назначение которых – хранение крупных партий зерна. На этих предприятиях, помимо приемки и отгрузки, применяют очистку и сушку зерна. Базисные предприятия в ряде случаев выполняют функции заготовительных предприятий (элеваторов);

– портовые, основное назначение которых приемка с железнодорожного транспорта крупных партий зерна и отгрузка его на морские суда. Обработка зерна осуществляется в основном до необходимых кондиций;

– производственные, основное назначение – приемка зерна, обработка до кондиций, требуемых для переработки и хранения определенных оперативных запасов зерна;

– хлебные базы, основное назначение которых – приемка зерна, обработка и длительное его хранение.

Основной потребитель зерна – мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленность, которая перерабатывает в муку, крупу и комбикорма более 80% всего товарного зерна. В качестве сырья зерно используют также в спиртовой и пивоваренной и других отраслях промышленности, где в качестве основных производственных сооружений имеются зернохранилища, оснащенные необходимым технологическим и транспортным оборудованием.

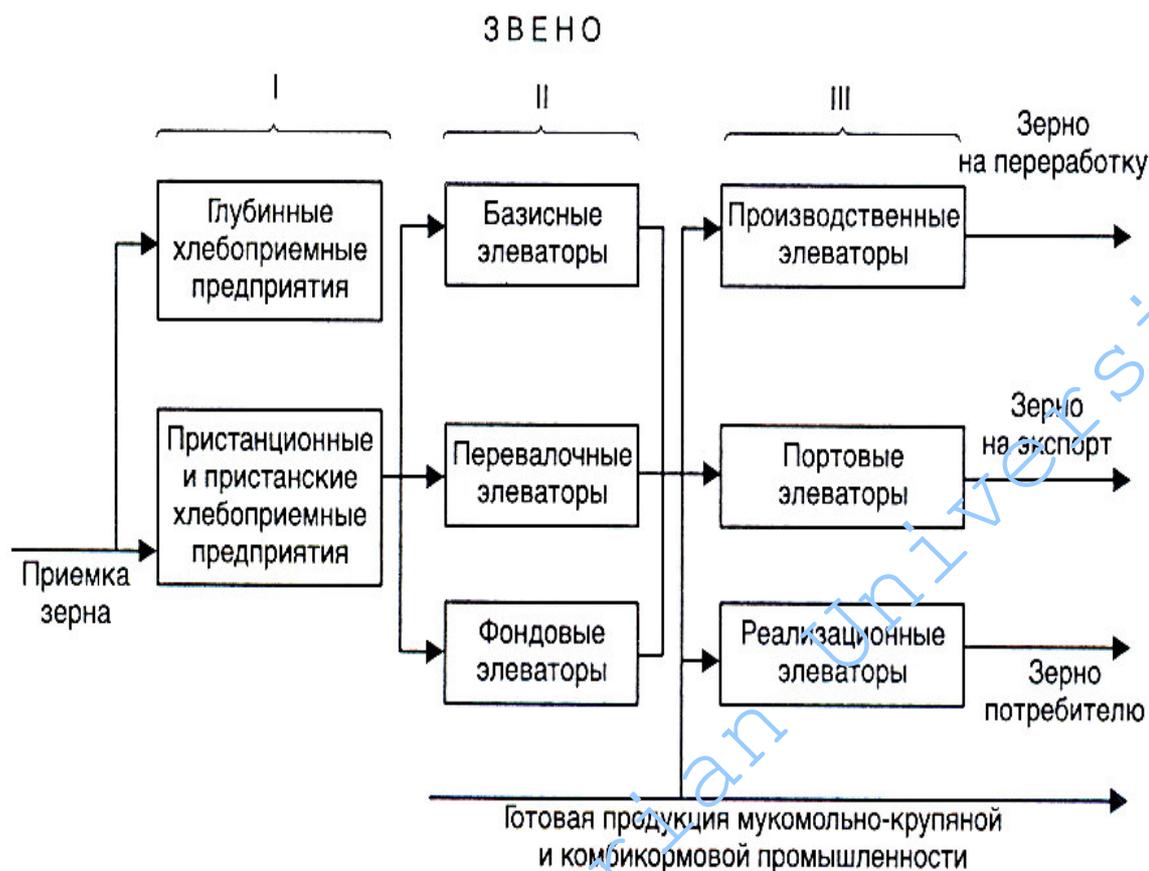


Рис. 2. Структура элеваторной промышленности

Один из основных факторов улучшения качества продукции – повышение качества строительства производственных объектов, технического уровня и надежности оборудования. В последние годы продукция машиностроения обновляется и соответствует современным требованиям. Технический уровень и качество изготовления оборудования значительно повышается.

В связи с внедрением автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами активно развивается приборостроение, подготовка специалистов электронной промышленности.

Для повышения надежности работы транспортирующего и технологического оборудования от работников химической промышленности, черной и цветной металлургии требуется создание более износостойких, жаропрочных и несгораемых материалов.

1.2. Классификация зернохранилищ

Условно зернохранилища классифицируют по двум признакам: способу хранения и степени механизации операций с зерном; а также по дополнительному признаку – длительности хранения.

По способу хранения различают зернохранилища:

– напольные (хранение насыпью и в таре) – склады, навесы, асфальтированные площадки;

– силосные (хранение насыпью) – элеваторы и силосные хранилища.

Мягкую тару можно применять для хранения семян и зерна отдельных культур, поступающих на хранение в небольших количествах. Жесткую тару (контейнеры) используют иногда для перевозки зерна (в основном водным транспортом).

По степени механизации зерносклады с горизонтальными полами подразделяют на немеханизированные (без стационарной механизации), частично или полумеханизированные (есть верхний или нижний стационарный конвейер) и механизированные. Склады с наклонными полами — только механизированные.

Полностью механизированное и наиболее совершенное зернохранилище, обеспечивающее наилучшую сохранность зерна и высокую производительность труда – элеватор.

По длительности хранения зернохранилища могут быть предназначены для временного (навесы, асфальтированные площадки) и длительного хранения (элеваторы, склады).

По материалу постройки современные зернохранилища могут быть каменными, железобетонными, металлическими и деревянными (крайне редко).

1.3. Принципиальная и рабочая схемы элеваторов

Большая доля запасов зерна хранится в элеваторах. Элеватор является наиболее совершенным типом зернохранилища, обеспечивающий полную сохранность зерна и улучшение его качества на основе полной механизации производственных процессов и автоматизации управления ими. В отличие от других типов зернохранилищ для элеватора характерна тесная связь между строительными конструкциями, с одной стороны, и транспортирующим и технологическим оборудованием – с другой. Элеватор представляет собой комплекс зданий и сооружений, выполняющих определенные функции и предназначенных для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, технологической обработки, хранения и отгрузки зерна.

Элеваторная сеть в стране в основном представлена железобетонными элеваторами. Разработано множество проектов различных типов элеваторов (хлебоприемные, производственные и др. Компоновка основных сооружений элеватора и ее конструктивное исполнение во многом зависят от функционального назначения элеватора.

Основные сооружения элеватора следующие: рабочее здание с технологическим и транспортирующим оборудованием, силосный корпус, устройства для приемки зерна с различного вида транспорта, устройства для отпуски зерна на различный вид транспорта и зерноперерабатывающие предприятия,

зерносушильный цех, цех обработки и хранения побочных продуктов и отходов.

Все сооружения элеватора, а также установленное в них технологическое и транспортирующее оборудование тесно увязаны между собой. В этом случае установленное оборудование и хранилища будут использоваться наиболее эффективно.

Для каждой выполняемой на элеваторе операции характерна определенная последовательность перемещения зерна через оборудование и силосы. Процесс приемки и обработки зерна можно представить в виде принципиальной схемы (рис. 3).

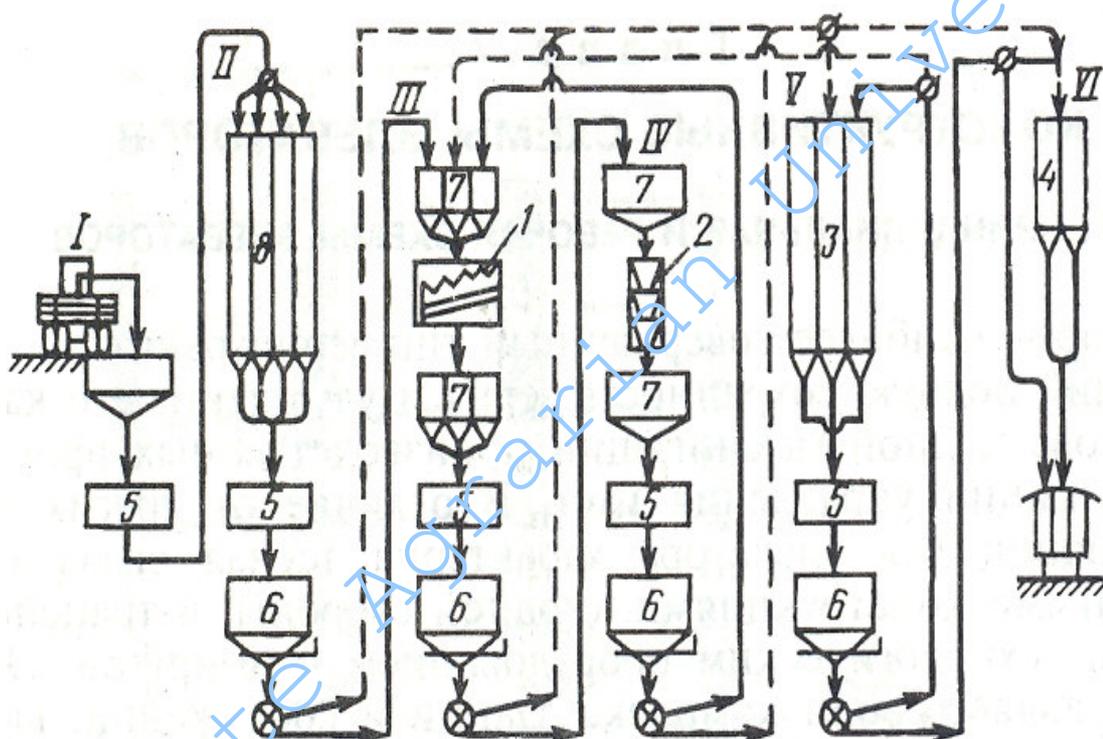


Рис. 3. Принципиальная схема выполнения отдельных операций на хлебоприемном элеваторе и их взаимосвязь:

I – приемка; II – первичное формирование партий; III – очистка; IV – сушка; V – хранение; VI – отпуск; 1 – зерноочистительный сепаратор; 2 – зерносушилка; 3 – силосный корпус; 4 – отпускные силосы; 5 – норрии; 6 – весы; 7 – оперативные бункера над- и подсепараторные и над- подсушильные); 8 – накопительные силосы.

После каждой операции учитывают качество и количество обрабатываемого зерна, поэтому в схему включают весы и указывают места отбора проб зерна для анализа (на рисунке не показаны).

Одним из основных показателей работы элеватора является возможность одновременного выполнения нескольких операций с зерном. Так как в операциях, связанных с перемещением зерна, всегда участвует норья, то и число одновременно выполняемых операций не должно превышать числа установленных на элеваторе норий.

В принципиальной схеме показывают также накопительные и оперативные бункера, которые необходимы в следующих случаях: при различной производительности транспортирующего и технологического оборудования; если число норий на элеваторе меньше числа одновременно выполняемых операций; если производительность устройств изменяется в течение определенного промежутка времени (например, приемка с водного транспорта).

В элеваторостроении применяют две принципиальные схемы приемки и обработки зерна: с одноступенчатым и двухступенчатым подъемом зерна. Одноступенчатую схему применяют в том случае, когда весы устанавливают выше надсилосного этажа, а зерноочистительные машины – в средней части рабочего здания. В связи с переходом на строительство элеваторов из сборного железобетона возникла необходимость уменьшения высоты рабочего здания. Это привело к тому, что весы стали устанавливать ниже надсилосного этажа и применять двухступенчатую схему (рис. 4). В этом случае в схему входит норья дополнительного подъема, которая служит для подачи зерна на весы или уборки взвешенного зерна. Эта норья может быть одинаковой по высоте с основной норией, или укороченной.

Рабочую или технологическую схему элеватора строят на основе принципиальной схемы. Рабочая схема обеспечивает связь всех реально существующих вместимостей элеватора (силосов, бункеров), оборудования и устройств. Она основана на принципе последовательной обработки зерна в потоке с момента его приемки до закладки на хранение. В схеме также предусматривают накопительные и оперативные бункера, а также количественный и качественный учет зерна при выполнении всех операций.

Рабочая схема должна быть выполнена так, чтобы обслуживающий персонал мог составить по ней необходимый маршрут перемещения зерна. Для этого пути движения различных продуктов вычерчивают разными линиями: путь движения зерна – жирными линиями; путь отходов, пыли и воздуха – пунктирными или тонкими.

В связи с тем, что на элеваторах имеется большое количество одновременно установленного оборудования, в рабочих схемах применяют порядковую или кодовую нумерацию. Порядковую нумерацию обычно используют для обозначения приемных бункеров, конвейеров, норий, весов, сепараторов, зерносушилок, а также над- и подсепараторных бункеров. Кодовую нумерацию применяют для обозначения основных силосов и звездочек в силосных корпусах. Кодовая нумерация, как правило, бывает трехзначная: первая цифра обозначает номер силосного корпуса (четные цифры относятся к правым силосным корпусам, нечетные – к левым), вторая – ряд силосов, третья – порядковый номер силоса в ряду.

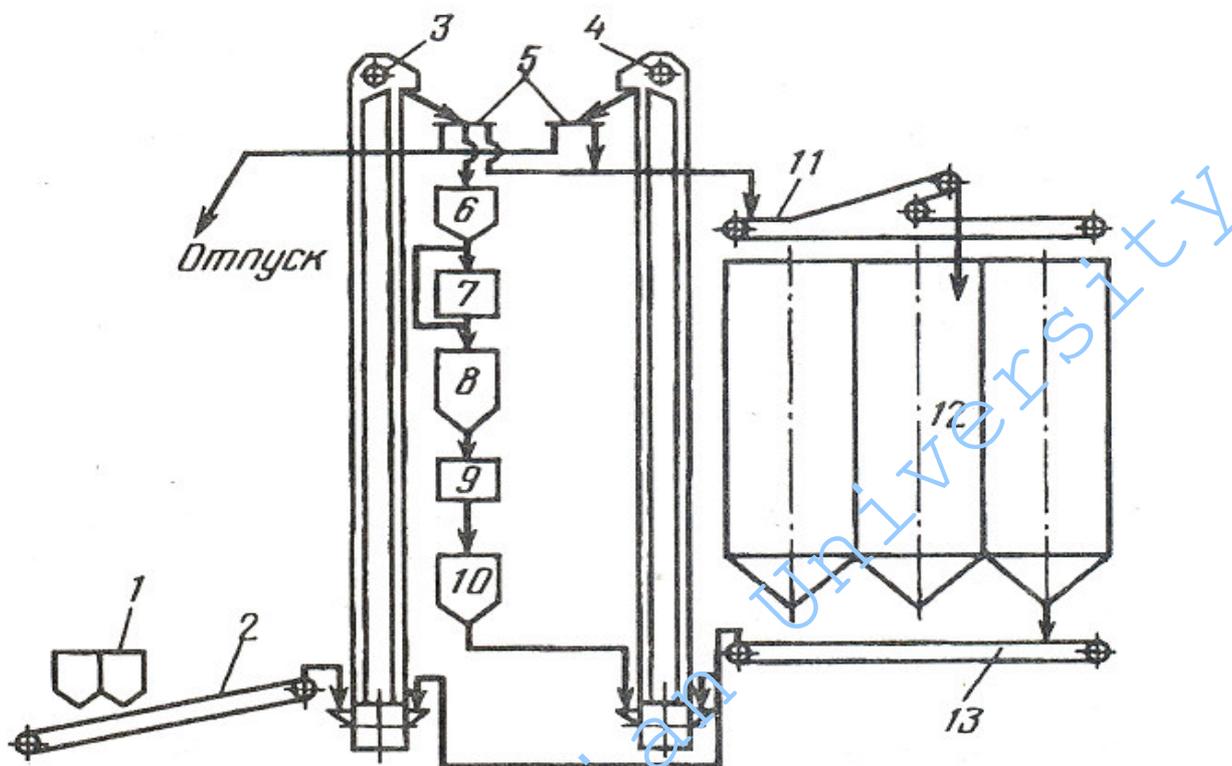


Рис. 4. Двухступенчатая схема подъема зерна:

1 – приемные бункера; 2 – приемный конвейер; 3 – нория; 4 – дополнительная нория; 5 – распределительные трубы; 6 – надсепараторный бункер; 7 – сепаратор; 8 – бункер; 9 – автоматические порционные весы; 10 – подвесовой бункер; 11 – надсилосный конвейер; 12 – силосы; 13 – подсилосный конвейер.

Для удобства пользования схему движения зерна на элеваторе обычно вычерчивают вместе с таблицами ходов и вместимостей силосов и бункеров. Таблица ходов имеет вспомогательное значение и предназначена для быстрого и правильного определения норрии, при помощи которой может быть выполнена заданная операция. Таблица ходов состоит из двух частей: в левой указаны силосы и оборудование, с которых норрии принимают зерно; в правой – силосы и оборудование, на которые норрии подают зерно. Каждой норрии, установленной в рабочем здании, в таблице соответствует горизонтальная графа, где указан ее номер. Возможность выполнения норрией той или иной операции показывают условным обозначением (х или •) в клетке пересечения наименования операции и соответствующей норрии.

Число клеток, заполненных принятыми условными обозначениями, характеризует наличие возможных маршрутов движения зерна и гибкость принятой на данном элеваторе схемы.

В таблице приводят данные о вместимости отдельных хранилищ, которые позволяют учитывать возможность размещения различных по качеству и массе партий зерна. Схема движения зерна на элеваторе должна быть достаточно гибкой, чтобы можно было одновременно проводить все операции, предусмотренные заданием по перемещению зерна между участками схемы.

1.4. Рабочее здание, размещение машин и оборудования

Производственным центром элеватора, с которым связаны все остальные цеха и участки является **рабочее здание**. В нем монтируют 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 рабочем здании выполняют следующие основные производственные операции с зерном:

- приемку с автомобильного, железнодорожного и водного транспорта;
- очистку и сушку;
- перемещение обработанного зерна в хранилища для длительного хранения (в силосные корпуса или привязанные к элеватору склады);
- отпуск зерна на автомобильный, железнодорожный, водный транспорт или на зерноперерабатывающее предприятие;
- перемещение зерна для подготовки помольных партий (для производственных элеваторов).

Размещение всего находящегося в рабочем здании оборудования в значительной степени определяет технологическую схему элеватора.

Типы рабочих зданий. Рабочее здание (башня) является производственным центром элеватора, к которому привязаны другие сооружения и устройства. В рабочем здании располагают основные нории и технологическое оборудование. Подсилосные и приемные конвейеры в большинстве случаев (исключение могут составить приемные конвейеры, расположенные в надземных транспортных галереях) входят в рабочее здание.

Различают два типа рабочих зданий: отдельно стоящее рабочее здание и здание, сблокированное с силосными корпусами. Второй тип рабочего здания более устойчив к воздействию сейсмических нагрузок. Однако строительство таких зданий требует значительного расхода материальных средств и времени.

Надсилосные и отпускные конвейеры выходят из рабочего здания. В рабочем здании оперативные бункеры размещают над и под зерноочистительными машинами, над и под сушилками (если они расположены в здании). Могут быть устроены накопительные оперативные бункеры (для формирования крупных партий) и бункеры отпускные. В случае установки ковшовых (элеваторных) весов предусматривают навесовые бункеры.

Назначение бункеров – обеспечить автономную (на какой-то период без участия нории) работу технологического и отпускного оборудования. Для распределения зерна по схемам маршрутов отдельных операций производственного процесса применяют поворотные трубы. В зависимости от конструктивного решения, функционального назначения элеватора и конкретно решаемых задач число этажей в рабочем здании может быть различным (рис. 5). Высота рабочего здания довольно большая – 50-70 м.

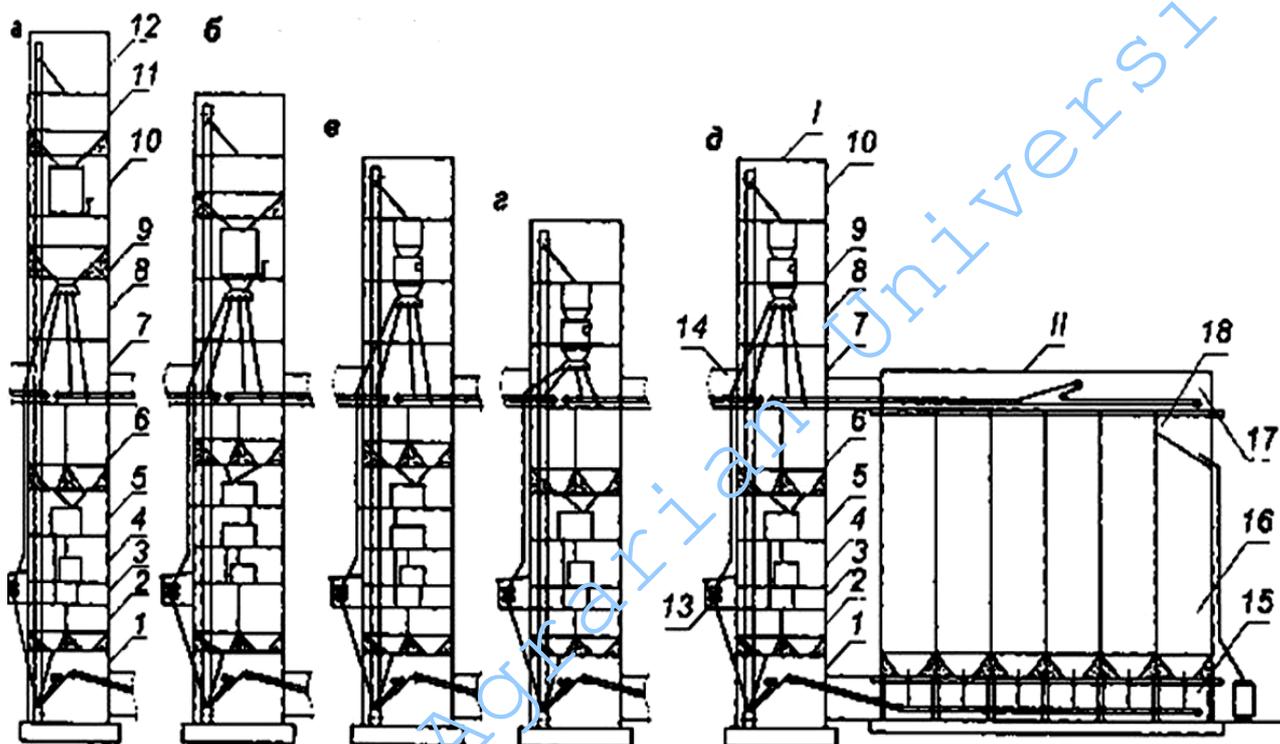


Рис. 5. Принципиальное устройство элеватора:

I – рабочее здание; II – силосный корпус; а, б, в, г, д – варианты РЗ с разным количеством этажей; 1 – этаж башмаков норий; 2 – этаж под сепараторных бункеров; 3 – дополнительный технологический этаж; 4 – этаж контрольных сепараторов; 5 – этаж основных сепараторов; 6 – этаж надсепараторных бункеров; 7 – этаж распределительных самотеков; 8 – этаж поворотных труб; 9 – этаж навесовых бункеров; 10 – весовой этаж; II – этаж навесовых бункеров; 12 – этаж головок норий; 13 – транспортерная галерея на воду с приемными и отпускными конвейерами; 14 – транспортерная галерея с конвейером отпуска на производство; 15 – подсилосный этаж; 16 – силосы; 17 – надсилосный этаж; 18 – бункер отпуска.

По конструкции рабочее здание может быть монолитным железобетонным, возводимым в подвижной (скользящей) опалубке, и сборным из железобетонных элементов заводского изготовления.

Рабочее здание каркасной конструкции предусмотрено в элеваторах при мельницах на высокопроизводительном оборудовании. Конструктивное решение таких зданий показано на рис. 6.

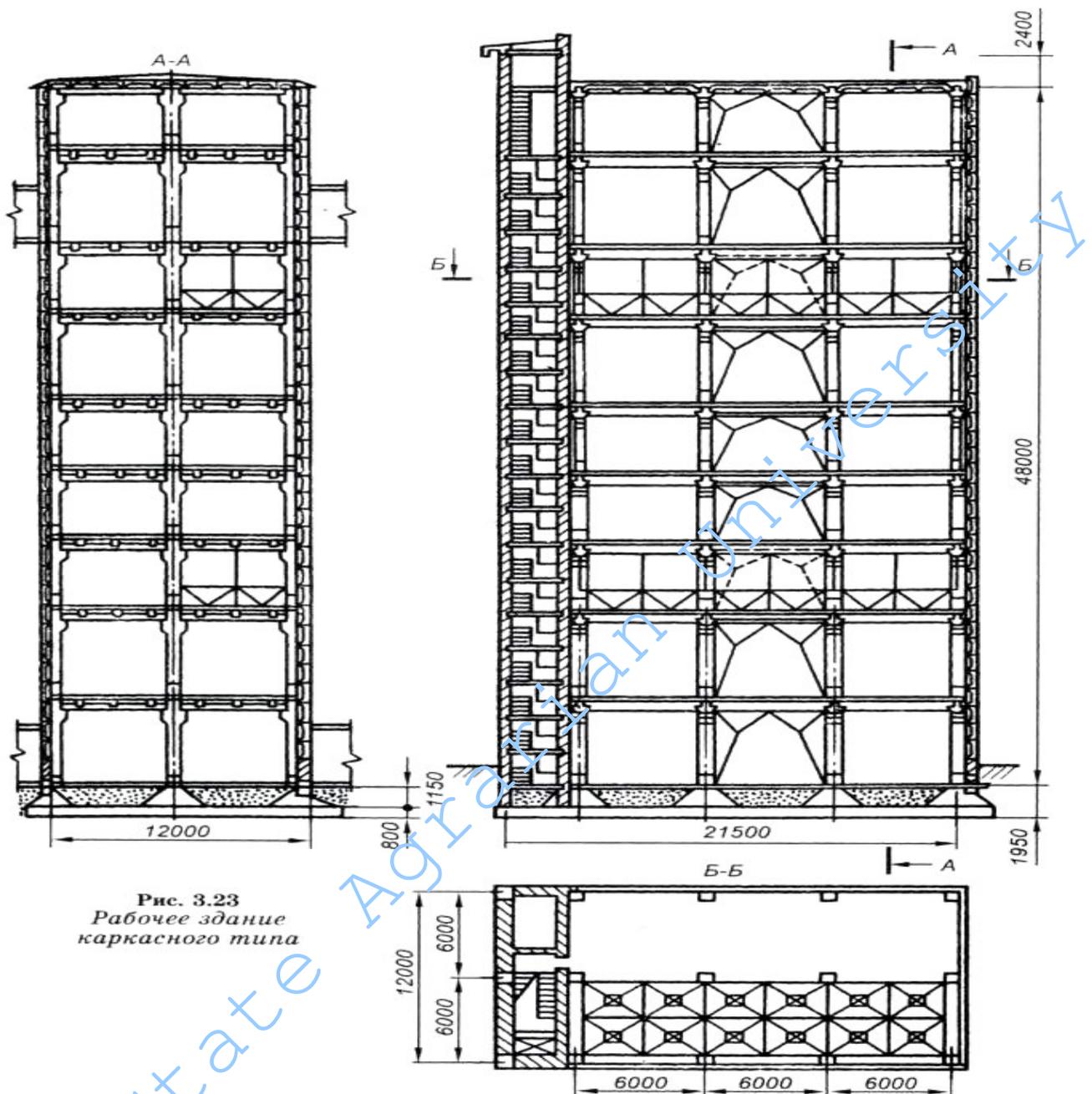


Рис. 3.23
Рабочее здание
каркасного типа

Рис. 6. Рабочее здание каркасного типа

Достоинство его: в таком здании удобнее располагать технологическое оборудование; по конструкции оно аналогично зданию мельницы, что упрощает организацию строительства. Рабочее здание каркасной конструкции запроектировано и в полносборных элеваторах ЛСК.

Рабочие здания, сблокированные с силосными корпусами, проектируют бескаркасными. Пространственную жесткость всего здания обеспечивают сочетанием бункеров, силосов и перекрытий производственных помещений.

Увязка рабочего здания с силосными корпусами. Опыт проектирования, строительства и эксплуатации элеваторов различного типа позволил обобщить и разработать типовые схемы их компоновки, т. е. взаимного рас-

положения всех входящих в его состав сооружений, и в первую очередь рабочего здания и силосных корпусов. Различают несколько вариантов такой взаимоувязки (рис. 7), которые основываются на обеспечении гибкости технологической схемы, минимальной протяженности над- и подсилосных конвейеров и выполнении всех намеченных в заданном объеме операций.

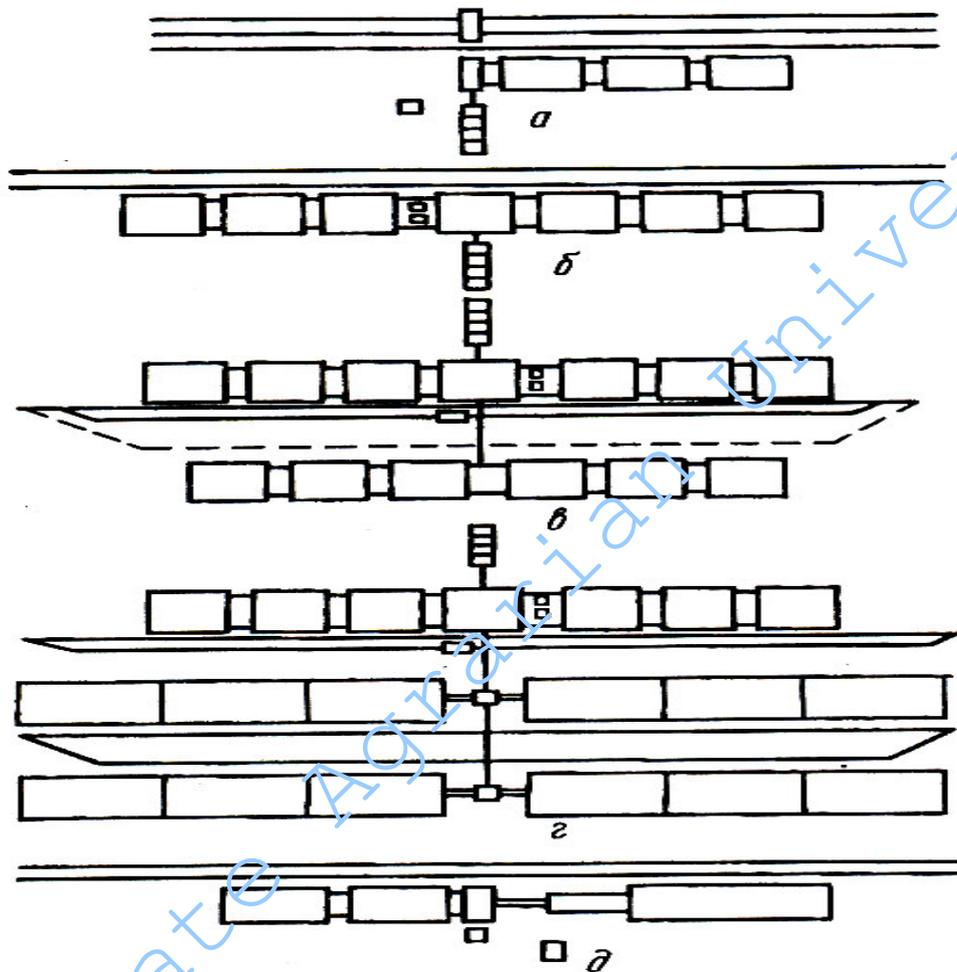


Рис. 7. Варианты взаимного расположения рабочей башни и силосных корпусов элеватора:

а, б – однокрылый и двукрылый элеваторы; в – элеватор, выстроенный по двухлинейной схеме; г – элеватор с двумя линиями складов для зерна; д – мельничный элеватор.

1. При однокрылом взаимном расположении рабочего здания и силосных корпусов (рис. 7 а) требуется минимальное число конвейеров. Недостатком такого расположения является то, что при увеличении вместимости силосных корпусов необходимо устанавливать очень длинные конвейеры (150 м и более). При этом увеличивается продолжительность перемещения разгрузочных тележек надсилосных конвейеров.

2. При двукрылом взаимном расположении рабочего здания и силосных корпусов (рис. 7 б) исключаются недостатки, присущие первому варианту.

Такая схема позволяет привязать к рабочему зданию значительно большее число силосов и лучше использовать весь комплекс транспортирующего и технологического оборудования. Однако при этом усложняется схема движения зерна и ухудшается естественная освещенность производственных помещений рабочего здания.

3. При необходимости на элеваторе иметь большую вместимость силосов применяют двухлинейную схему взаимного расположения рабочего здания и силосных корпусов (рис.7, в).

Разновидностью такой схемы может служить замена силосных корпусов второй линии одним или несколькими рядами механизированных зерновых складов. Подобное взаимное расположение обеспечивает высокий коэффициент застройки территории, повышает степень использования установленного на элеваторе оборудования.

4. У производственных элеваторов с одной стороны рабочего здания располагают силосные корпуса, с другой – зерноперерабатывающее предприятие со складом готовой продукции.

Размещение норий. Нории – основные транспортирующие машины на элеваторе, участвующие в выполнении всех операций с зерном. По характеру выполняемых операций нории бывают специализированные и универсальные. Специализированные нории предназначены для выполнения одной определенной операции (приемка, отпуск зерна, очистка, сушка и т. д.). Применение специализированных норий увеличивает оперативные возможности элеваторов, так как любую операцию с зерном можно выполнять независимо от других. Однако существенный недостаток подобных схем – это увеличение общего числа норий в рабочем здании для выполнения определенного объема операций, что в некоторых случаях приводит к увеличению размеров рабочего здания в плане. Кроме того, при этом уменьшается коэффициент использования норий.

На элеваторах, где схемой предусмотрены универсальные нории, каждая из них приспособлена к выполнению всех (или почти всех) операций. При этом значительно уменьшаются размеры рабочего здания в плане, а, следовательно, и стоимость его сооружения. Коэффициент использования норий по сравнению с первым вариантом увеличивается. При проектировании и строительстве почти всех элеваторов применяют универсальные нории.

В зависимости от принципиальной схемы подъем зерна нориями может быть одноступенчатым. Это зависит главным образом от места установки весов в схеме. Если весы установлены в рабочем здании выше надсилосного этажа, то поднятое зерно после взвешивания может быть самотеком направлено на надсилосные конвейеры и далее в силосы на хранение или на любые другие операции (очистку, сушку, отгрузку). Недостаток этой схемы – увеличение высоты рабочего здания. Однако оно отличается простотой и возможностью организации взвешивания зерна при любой операции.

Двухступенчатый подъем зерна норями применяют при установке весов ниже надсилосного этажа. В этом случае для направления зерна после взвешивания на любую операцию либо в силосы на хранение дополнительно устанавливают норию второго подъема. Такая схема позволяет снизить общую высоту рабочего здания. Эту схему применяют при строительстве, рабочего здания из сборного железобетона в связи со спецификой строительных работ. Недостатки двухступенчатого подъема зерна: увеличение общего числа норий и размеров здания в плане, усложнение технологической схемы элеватора, уменьшение вместимости над- и подсепараторных бункеров. В связи с увеличением общего числа оборудования увеличивается и расход электроэнергии. Наиболее высокими

Установка весов. Для учета количества поступающего и отгружаемого зерна на элеваторе устанавливают весы. Кроме того, зерно необходимо взвешивать при любой операции, а также для оперативного учета количества зерна, хранящегося в каждом силосе. От места расположения весов по высоте рабочего здания элеватора зависит число подъемов зерна. Весы располагают выше или ниже надсилосного этажа. В зависимости от этого различают одноступенчатую (в первом случае) и двухступенчатую (во втором случае) схемы движения зерна на элеваторе.

На элеваторах устанавливают весы двух типов: порционные и ковшовые. Предпочтение отдают весам первого типа в связи с тем, что освоен выпуск порционных весов большой пропускной способности (до 350 т/ч) и оборудованных устройством для полного дистанционного управления процессом взвешивания.

В настоящее время для взвешивания поступающего транспорта применяются электронные автомобильные и железнодорожные весы. Для непрерывной подачи зерна устанавливают надвесовые бункера. Автоматические порционные весы оборудуют, кроме того, и подвесовыми бункерами. Для снижения высоты рабочего здания подвесовые бункера, как правило, под ковшовыми весами не устанавливают, а производительность оборудования, принимающего зерно из весов (поворотные распределительные трубы надсилосные конвейеры), должна быть выше.

Таблица 1

Вместимость надвесовых и подвесовых бункеров

Весы	Производительность (не менее) транспортных механизмов, обслуживающих весы, т/ч	Вместимость бункеров (не менее), м ³	
		над весами	под весами
Ковшовые:			
Э-70	350	90	-
341В-20А	100 и 175	30	-
120К-10	50 и 100	15	-
121К-5	50	7	-
Автоматические:			
ДН-4000	350	40	4
ДН-2000	175	20	2
ДН-1000	100	12	1
ДН-500	50	6	0,5

Размещение зерноочистительных машин (рис. 8). Для отделения от зерновой массы посторонних примесей на элеваторах применяют различные зерноочистительные машины. В связи с поступлением на элеваторы зерна от хозяйств всех видов собственности непосредственно после комбайна его предварительно очищают на ворохоочистителях. Эти машины устанавливаются 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, которые ухудшают санитарно-гигиенические условия в рабочих помещениях элеватора.

Для этих целей можно использовать машины предварительной очистки зернового вороха МПО-50, МПО-50С, МПО-100 и др.

Для вторичной очистки зерна применяют зерноочистительные воздушно-ситовые сепараторы различной конструкции. Наибольшее распространение получили сепараторы типа ЗСМ (ЗСМ-50, ЗСМ-100). В настоящее время их заменяют новыми более надежными в работе и с более высокой степенью очистки зерна от примесей, такими как воздушно-решеточные машины серии МВО-20Д, зерноочистительная машина МВУ-1500 и др. Наиболее рационально размещение сепараторов в рабочем здании элеватора на уровне средней части силосов. Такое размещение дает возможность очищать зерно в потоке, одновременно взвешивая его. Наиболее эффективными являются универсальные машины стационарной очистки зерна ОЗС-50, СВУ-60 и др.

В связи с применением в современных схемах элеваторов универсальных норий работа всего технологического оборудования не должна зависеть

от их загрузки. Для этого над и под сепараторами устраивают специальные оперативные бункера, которые соответственно называют над- и подсепараторными.

Эти бункера необходимы также для того, чтобы использовать в одном потоке транспортирующее и зерноочистительное оборудование с разной производительностью. Кроме того, надсепараторные бункера служат для регулирования производительности сепараторов (путем открывания или закрывания надсепараторной задвижки) в зависимости от исходной засоренности и влажности, культуры и назначения очищаемой партии зерна. Для нормальной, независимой от норий работы сепараторов вместимость над- и подсепараторных бункеров должна обеспечить работу машин в течение не менее 2-3 ч. для удобства обслуживания сепараторы располагают, как правило, на одном этаже. При необходимости установки большого числа сепараторов их размещают на двух этажах.

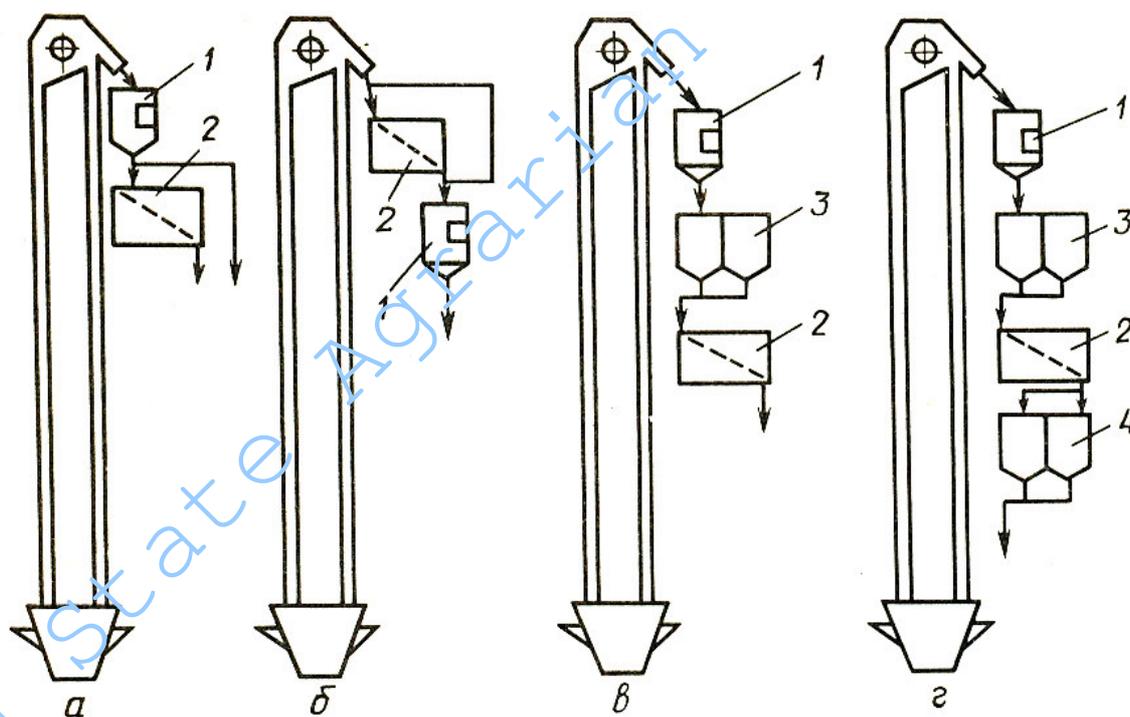


Рис. 8. Размещение зерноочистительного оборудования в рабочем здании:

1 – автоматические весы; 2 – сепаратор; 3 – надсепараторные бункера; 4 – подсепараторные бункера.

Кроме основных сепараторов на элеваторах устанавливают контрольные сепараторы небольшой производительности, предназначенные для извлечения из отходов нормального зерна. В контрольные сепараторы направляют смесь отходов с подсевных сит и из аспирационных камер основных

сепараторов. Контрольные сепараторы устанавливают на отдельном этаже под основными сепараторами.

Длинные (овсюг) и короткие (куколь) примеси из зерновой массы выделяют на триерах, которые устанавливают обычно на этаже, где располагают контрольные сепараторы.

Как и при работе сепараторов, триеры обеспечивают над- и подтриерными бункерами. В некоторых случаях допускается направление в триеры крупной фракции зерна с основных сепараторов (сход с сортировочного сита) в размере от 10 до 20 % производительности сепараторов.

Размещение конвейеров и распределительных устройств. Для связи рабочей башни с другими сооружениями элеватора (силосными корпусами, зерносушилками, приемными устройствами и др.) применяют конвейеры различных конструкций. Наибольшее применение нашли ленточные конвейеры. В рабочем здании элеватора на этаже, где размещают башмаки норий, устанавливают сбрасывающие устройства конвейеров, подающих зерно к нориям из приемных устройств с различного вида транспорта, силосных корпусов и зерносушилок. На уровне надсилосного этажа располагают приемные устройства конвейеров, передающие зерно из-под весов или из специальных бункеров в силосные корпуса, надсушильные и отпускные бункера.

Применение универсальных норий определило необходимость установки специальных распределительных устройств для направления зерна с любой нории на выполнение заданной операции (в силосы, на очистку, сушку, отгрузку). На современных элеваторах в качестве распределительных устройств применяют распределительные поворотные трубы. На элеваторах, где нории имеют небольшую производительность (100, 175 т/ч), трубы устанавливают обычно под потолком распределительного этажа. На элеваторах, оборудованных нориями производительностью 350 т/ч и более, поворотные трубы устанавливают на отдельном этаже. Из распределительных устройств зерно подают к месту назначения самотечными трубами (Мельник, Лебедев, Малин, 1996).

Зерносушилки. В современные элеваторы зерносушилка входит в качестве самостоятельного производственного участка. Ее расположение определяют в зависимости от местных условий, производительности основного оборудования, объема и продолжительности сушки и нормальной работы зерносушилки и элеватора, предусматривают специальные бункера для размещения сырого и просушенного зерна. Зерносушилки размещают по одной из шести схем.

Зерносушилку на одной фундаментной плите с рабочим зданием через лестничную клетку (рис. 9,а) установили на мукомольных и базисных элеваторах. Подобная схема удобна тем, что к рабочему зданию элеватора можно пристроить зерносушилку любой производительности. Передачу зерна в сушилку и уборку просушенного осуществляют при помощи верхнего и нижнего конвейеров.

Вторую схему (рис. 9,б) применяли на хлебоприемных элеваторах типа Л2×100. Широкого распространения она не нашла, так как при сушке использовали надсилосный и подсилосный конвейеры, а главное, нарушался тепловой режим силосного корпуса.

Третья схема (рис. 9,в) нашла достаточно широкое распространение на современных мукомольных элеваторах единой конструкции (М2 × 100, М3 × 100, М2 × 175, М3 × 175), на хлебоприемных элеваторах типа Л3 × 100. Несмотря на компактность размещения сушилки, ее хорошую связь с технологическим и транспортным оборудованием элеватора, подобная схема применима в том случае, если не требуется большая зерносушильная мощность.

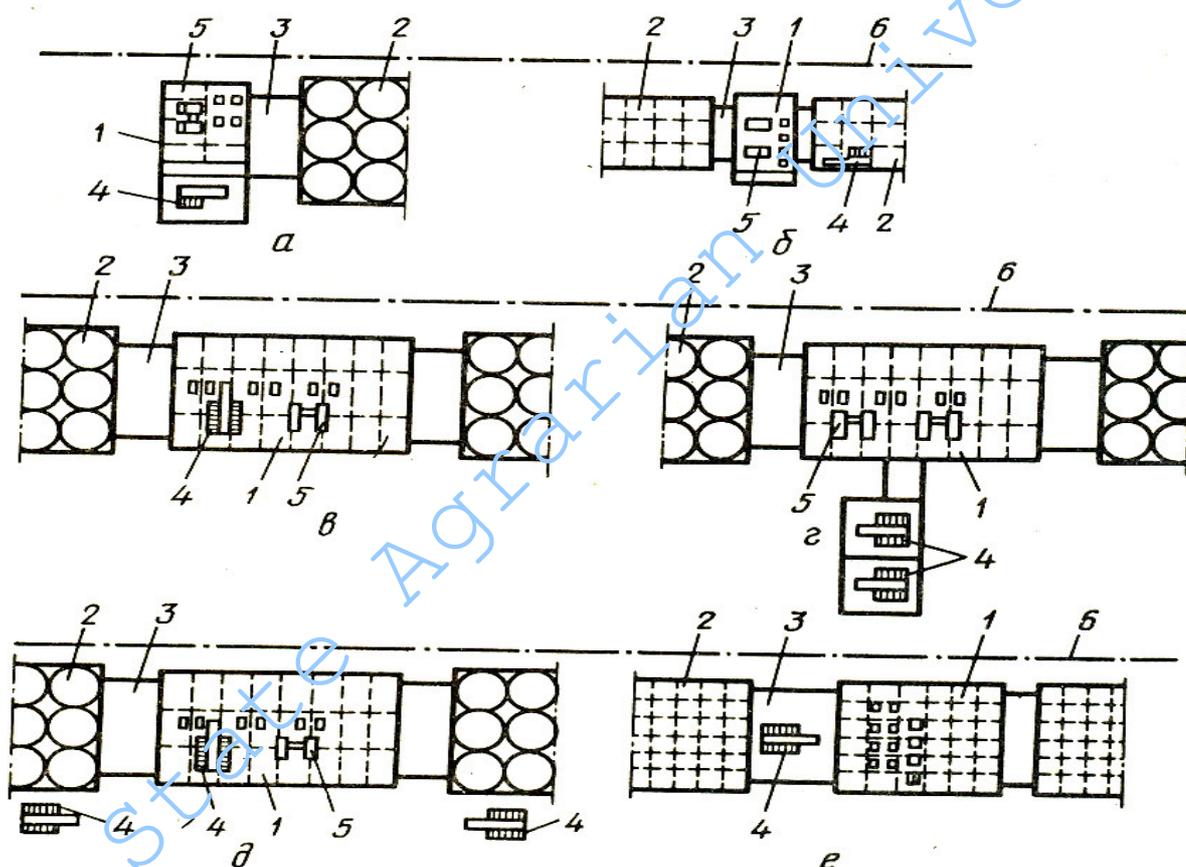


Рис. 9. Размещение зерносушилки в элеваторе:

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.

В районах, где поступает большой объем сырого и влажного зерна наиболее приемлема четвертая схема (рис. 9, г). Она предусматривает уста-

новку сушилок в отдельном цехе, связь с которым осуществляют через верхний и нижний конвейеры. Подобное размещение зерносушилок нашло широкое применение на хлебоприемных элеваторах типа ЛЗ×175, Л4×175.

На многих элеваторах были построены зерносушилки открытого типа (рис. 9, д). Их обычно устанавливали около силосного корпуса. При этом чаще всего рядом расположенные силосы выполняют роль надсушильной и подсушильной вместимости. Связь осуществляют при помощи дополнительно установленных норий конвейеров. При установке зерносушилок открытого типа значительно сокращаются капиталовложения, но усложняется эксплуатация.

В последних проектах хлебоприемных элеваторов применяют зерносушилки открытого типа (рис. 9, е), расположенные между рабочим зданием и силосным корпусом.

1.5. Требования, предъявляемые к зернохранилищам

Особенности зерновой массы как объекта хранения обуславливают специальные требования, предъявляемые к зернохранилищам.

Вместимость зернохранилищ должна быть достаточной, чтобы в нормальных условиях в них можно было поместить все выращенное зерно, а также переходящие остатки от урожая предшествующих лет и государственные ресурсы.

Надежно защищать зерно от грунтовых вод и разрушающего действия атмосферных условий. Зернохранилища должны изолировать зерновую массу от грунтовых вод и атмосферных осадков, а также от влажного и теплого воздуха. К стенам и полам зернохранилищ предъявляют два основных требования: малая теплопроводность и хорошая гигроскопичность внутренней поверхности. При высокой теплопроводности стены не могут уберечь зерно от внешних колебаний температуры воздуха. При резком снижении температуры воздуха на внутренней поверхности стен зернохранилища возможна конденсация водяных паров. Поэтому хорошая гигроскопичность внутренней поверхности стен защищает зерно от влаги, которая поглощается стенами, а не зерном.

При хранении зерно должно быть защищено от грызунов, вредителей хлебных запасов. Зернохранилище должно быть без щелей, углублений и т. п. Конструкция зернохранилища должна облегчить проведение работ по обеззараживанию зерна. Для этого необходимо предусмотреть возможность проведения активного вентилирования зерна и газацию зерна и зернохранилища, стены которого должны быть газонепроницаемыми.

В зернохранилищах все операции должны быть максимально механизированы. Для доведения зерна до стойкого при хранении состояния зернохранилища должны быть оснащены зерноочистительным оборудованием. Состав и производительность этого оборудования должны соответствовать

качеству поступающего зерна. Для весового контроля зерна устанавливают весы.

Исключать возможность смешивания различных партий зерна. Для обеспечения количественной и качественной сохранности зерна зернохранилища должны быть надежными в строительном отношении. Они должны выдерживать без опасных деформаций давление зерновой массы на стены и днища, противодействовать давлению ветра и разрушающему действию атмосферы, быть прочными и долговечными, пожаро- и взрывобезопасными.

Быть удобными при эксплуатации, как при обработке зерна, так и в период наблюдения за ним. Иметь удобные подъезды для автомобильного транспорта и удобную связь с другими видами транспорта.

В связи со значительным выделением пыли в процессе перемещения зерна зернохранилища должны быть безопасными для обслуживающего персонала и располагать достаточным числом аспирационных установок, обеспечивающих нормальные санитарно-гигиенические условия труда.

Конструкция и устройство зернохранилища должны быть недорогими, обеспечивать минимальные эксплуатационные расходы.

Зернохранилища должны быть оборудованы силовой установкой достаточной мощности.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные обязанности элеваторной промышленности? 2. Какие предприятия входят в систему хлебопродуктов? 3. Какие основные задачи стоят перед элеваторной промышленностью? 4. Какова структура элеваторной промышленности, и какие бывают элеваторы? 5. Какова принципиальная схема выполнения отдельных операций на хлебоприемном элеваторе? Каковы типы рабочих зданий? Какие бывают норы по характеру выполняемых операций? Какие типы весов устанавливают на элеваторах? Для чего служат конвейеры и распределительные устройства?

2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

2.1. Зерновая масса как объект обработки и хранения

На хлебоприемные предприятия поступают партии зерна и семян более 100 различных зерновых, масличных, бобовых и кормовых культур. Для правильной организации приемки, обработки и хранения значительной массы зерна с наименьшими потерями и затратами необходимо учитывать свойства и особенности различных партий принятого урожая.

Однородная по внешним признакам и показателям качества зерновая масса принимается за одну партию зерна и в таком виде поступает на хлебоприемные предприятия. Основой любой зерновой партии являются зерна (семена) основной культуры. Однако в зерновую массу при уборке урожая попадает некоторое количество примесей - семян других культурных и сорных растений, органическая и минеральная пыль, части растений и т. п. Количество этих примесей и их состав зависят от уровня агротехники, способов и организации уборки урожая. Примеси не только снижают качество и ценность закупленного зерна, но и делают зерновую массу неоднородной. Примеси увеличивают объем зерновой массы, поэтому требуются дополнительные емкости для ее перевозок и хранения. Примеси, содержащиеся в свежесобранной зерновой массе, значительно влияют на технологию приемки, обработки и сохранности партий. Так, семена сорных растений, как правило, имеют повышенную влажность, которая быстро распространяется на зерно. Влажное зерно энергично дышит и является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Микроорганизмы - неизбежный спутник зерновой массы, ее составная часть. При определенных условиях микроорганизмы существенно влияют на состояние и качество зерна.

Неоднородность зерен и примесей по форме и размерам приводит к тому, что в зерновой массе между зерновками всегда имеются промежутки, называемые скважинами, которые в совокупности образуют межзерновое пространство. Воздух, заполняющий межзерновое пространство, существенно влияет на все составные части зерновой массы, видоизменяется и может существенно отличаться по своему составу от атмосферного воздуха. Поэтому воздух межзернового пространства также относят к компонентам, составляющим зерновую массу.

Таким образом, зерновая масса состоит: из зерен (семян) основной культуры различной крупности, выполненности и состояния; зерен (семян) других культурных растений; различных фракций примесей минерального и органического происхождения, в том числе семян дикорастущих и культурных растений, не отнесенных к основному зерну; микроорганизмов и воздуха межзернового пространства.

Кроме перечисленных постоянных составных частей, в отдельных партиях зерна, зараженных вредителями, в зерновой массе могут быть насекомые и клещи, которые в зерновой массе живут, размножаются и влияют на

ее состояние. Поэтому зерновые вредители являются также нежелательной составной частью зерновой массы.

Таким образом, зерновая масса представляет собой комплекс живых организмов, что необходимо учитывать при ее обработке и хранении.

На хлебоприемные предприятия сразу после обмолота комбайнами доставляется только часть зерна. Значительное его количество поступает на тока для обработки, прежде всего для очистки от примесей. Однако задержка зерна на токах может привести к заражению его насекомыми и клещами, а при неблагоприятной погоде - переувлажнению, которое нередко вызывает развитие микроорганизмов и приводит к самосогреванию. Эти процессы начинаются в свежееубранном зерне очень быстро.

Таким образом, на хлебоприемные предприятия на обработку и хранение поступает зерно различного состояния и качества. Уметь быстро и точно определить состояние и качество партий зерна, составить на основании документов, сопровождающих зерно, осмотра и анализа правильное представление о его особенностях, определить наиболее эффективные способы обработки и своевременно их осуществить, установить рациональный режим хранения - первоочередная задача хлебоприемных предприятий. От правильного решения этой задачи зависит выполнение всех дальнейших операций: контроль за состоянием при хранении, дополнительная обработка, подготовка однородных по качеству партий, отпуск и отгрузка потребителям.

2.2. Типы зернохранилищ и элеваторов

В системе отрасли хлебопродуктов приняты два основных способа размещения зерна в хранилищах: напольный способ и в силосах.

При напольном хранении зерно размещают насыпью или в таре на полу склада при небольшой высоте слоя (не более 7...9 м) и только в складах с наклонными полами высота слоя зерна достигает 10...12 м. При напольном хранении зерновая масса соприкасается с наружным воздухом. В этом случае при проветривании складов воздух может частично отбирать у зерна тепло и влагу. Это дает возможность сохранять некоторое время зерно с повышенной влажностью, располагая его в складе тонким слоем (не более 1 м) без вентилирования. Кроме зерна в напольных зернохранилищах можно хранить в мешках муку, крупу и другие продукты.

Однако зернохранилища с напольным способом хранения имеют существенный недостаток - малый коэффициент использования объема здания и в связи с этим повышенную стоимость. Такие зернохранилища трудно и сложно механизировать.

В силосах элеватора хранят зерно при высоте слоя зерновой насыпи до 30...40 м. За рубежом строят элеваторы с высотой слоя зерна до 60 м. Зерно в силосах мало соприкасается с атмосферным воздухом, поэтому оно аэрируется незначительно. В силосах хранят, как правило, сухое зерно. Кратковременно можно хранить зерно повышенной влажности, но при усло-

вии, если силос оборудован установкой для активного вентилирования, а само зерно прошло послеуборочное дозревание.

При хранении зерна в силосах объем здания используется намного лучше, чем при напольном хранении, проще и дешевле механизировать трудоемкие работы. Для сооружения силосного хранилища требуются дорогостоящие, а часто и значительно отдаленные от места строительства материалы (сталь, цемент и др.). Однако затраты на сооружение силосного хранилища быстро окупаются в результате более высокой производительности труда и меньших издержек при эксплуатации.

В зависимости от высоты стен по отношению к размерам в плане различают несколько видов хранилищ (рис. 10).

Закром - часть пространства в зернохранилище напольного хранения, огражденная стенами небольшой высоты по отношению к размерам в плане и имеющая плоский либо слегка наклонный пол.

Бункер - отличается от закрома тем, что днище его имеет вид опрокинутой пирамиды.

Ларь – так иногда называют загром или бункер, закрываемый крышками или решетками.

Силос - хранилище, у которой высота стен в 1,5 и более раз больше, чем размеры в плане, а дно, как правило, конусное.



Рис. 10. Виды зернохранилищ:

1 - загром; 2 - бункер, 3 – ларь, 4 – силос

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

Склад – помещение, в котором зерно хранят на плоском или наклонном полу или в закромах. Склады - наиболее распространенные зернохранилища в нашей стране. По степени механизации они классифицируются на немеханизированные (без стационарной механизации), частично или полностью механизированные.

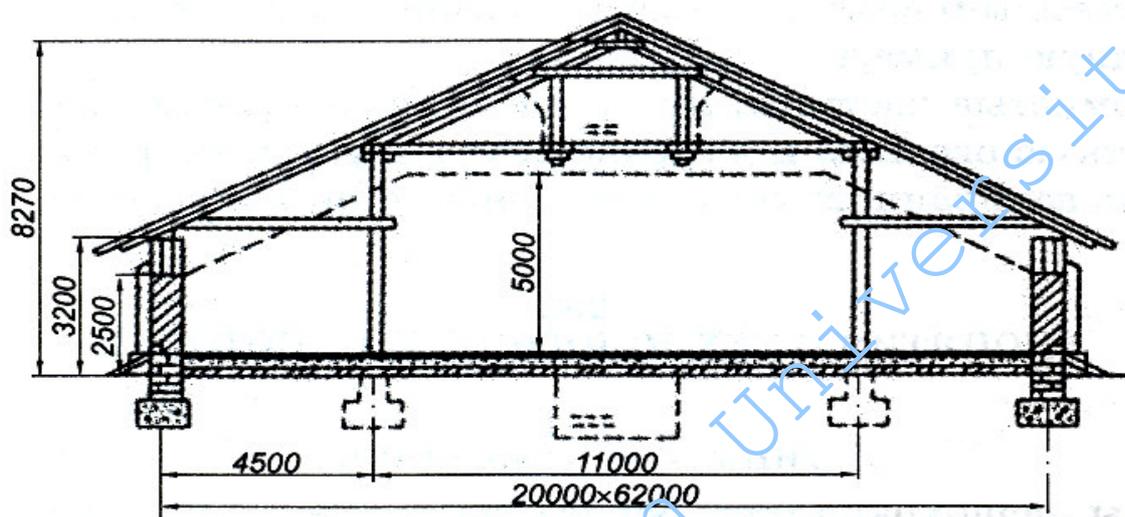


Рис. 11. Зерновой склад вместимостью 3200 т (поперечный разрез)

Для проведения работ в немеханизированных складах (рис. 12, а) используют передвижную механизацию, применение которой связано с большими трудовыми и денежными затратами, а также с неблагоприятными санитарно-гигиеническими условиями для обслуживающего персонала. Частично механизированные склады оборудованы верхними или нижними стационарными конвейерами для загрузки или выгрузки зерна из склада. Вторая операция в этом случае обеспечивается передвижными механизмами.

Механизированные склады (рис. 12, б) снабжены верхним и нижним стационарными конвейерами для загрузки и выгрузки зерна из склада. По конструкции пола механизированные склады для зерна могут быть с горизонтальными и наклонными полами. В складах с наклонными полами (саморазгружающиеся склады) (рис. 12, в) все зерно при разгрузке самотеком поступает на нижний конвейер. В складах с горизонтальными полами лишь 45...50 % зерна самотеком поступает через выпускные воронки на нижний конвейер. Остальная половина зерна подается к выпускным воронкам передвижными механизмами.

Склады по сравнению с элеваторами имеют более низкую стоимость сооружения (немеханизированные склады), при их возведении в большинстве случаев используется местный строительный материал. Однако срок эксплуатации складов значительно меньше, чем элеваторов, а расходы на их эксплуатацию больше.

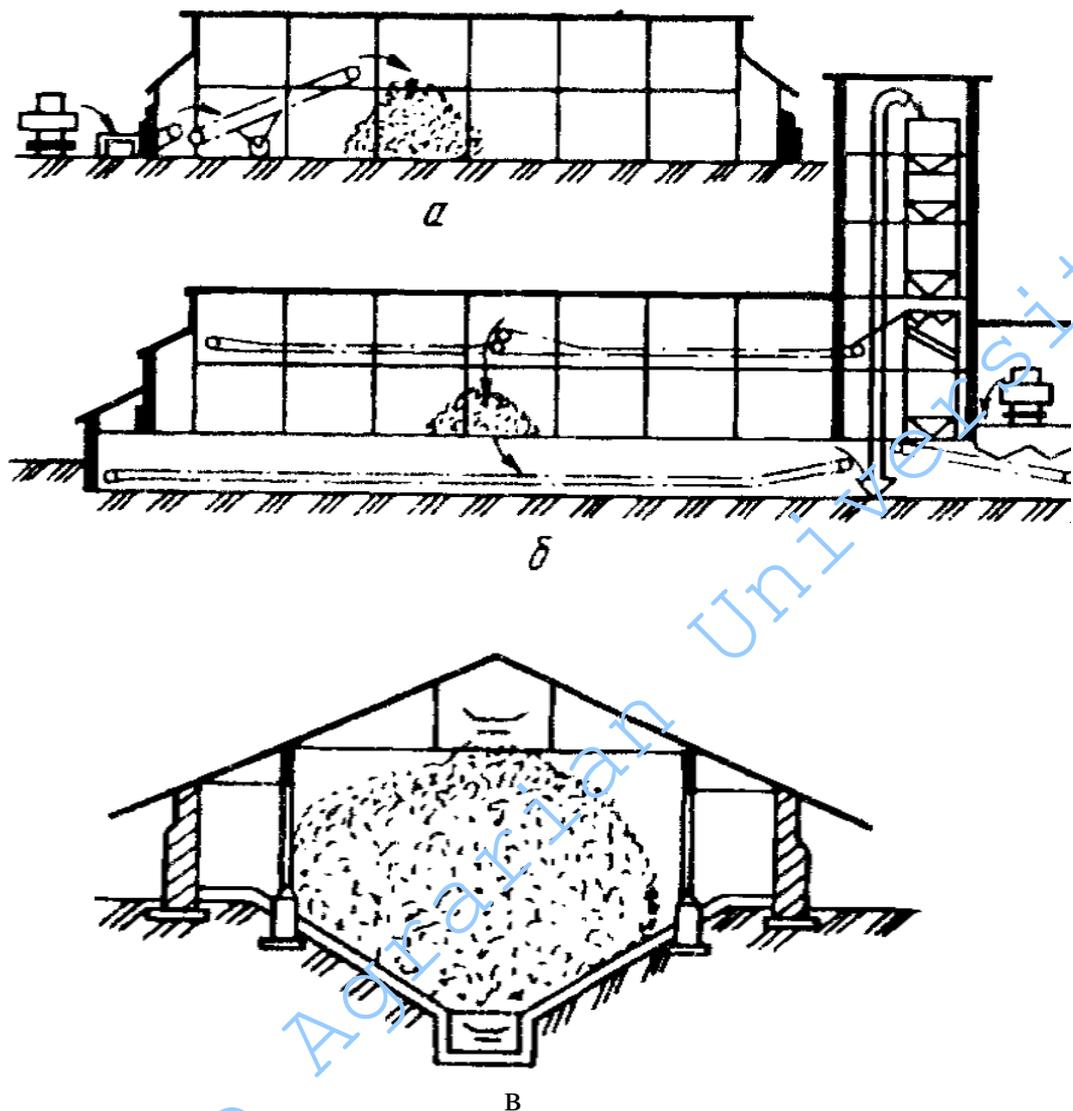


Рис. 12. Типы зерновых складов:

- а – немеханизированный склад; б – механизированный склад;
в – склад с наклонным полом;

Пакгауз – склад железнодорожного типа с полом, устроенным на уровне пола вагона. Он предназначен для хранения любых сухих штучных или насыпных грузов.

Амбар – старинный тип зернохранилищ. Он похож на склад, но без окон, с небольшими дверьми и очень высоким порогом. Большие амбары, как правило, разделены поперечными стенами на несколько отделений. Механизированный амбар от механизированного склада отличается тем, что зерно хранят в бункерах.

Сапетка или кош – специальное зернохранилище для кукурузы в початках. Имеет вид склада небольшой ширины и решетчатые стены для продувания початков ветром.

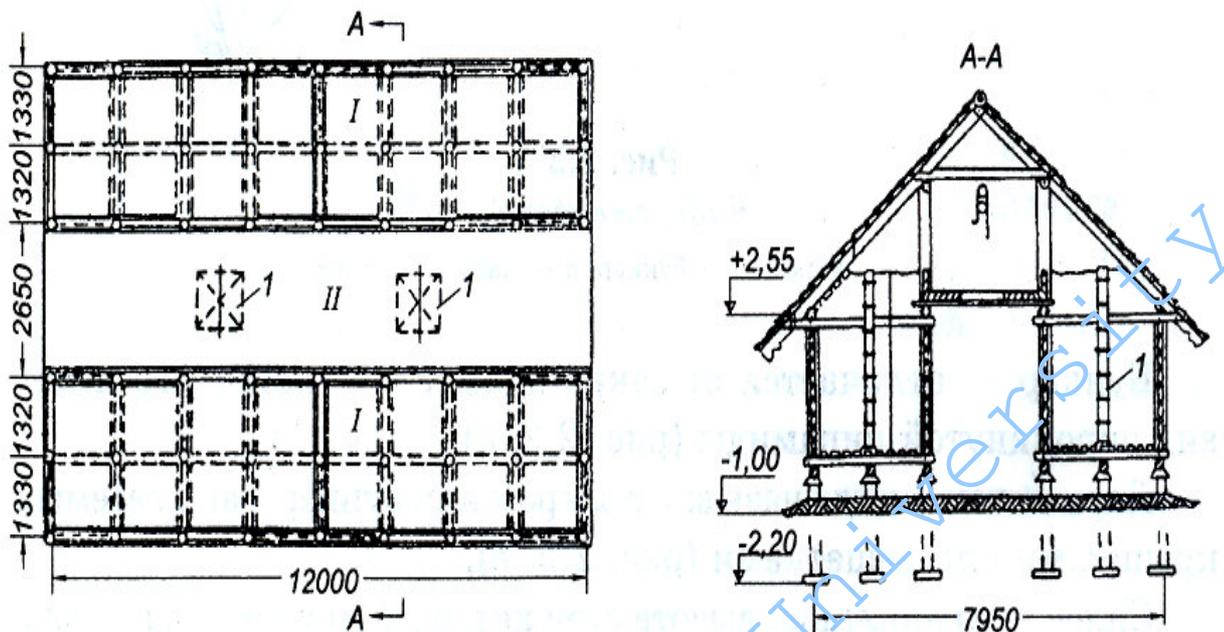


Рис. 13. План и разрез сапетки (кукурузохранилища) со стенами с деревянным каркасом:
1 – закрома; 2 – проезд

Площадки временного хранения зерна. Хлебоприемные предприятия располагают мощной материально-технической базой, обеспечивающей бесперебойную приемку, своевременную обработку и правильное размещение зерна и продуктов его переработки. На большинстве предприятий созданы высокопроизводительные технологические линии для приемки и обработки зерна в потоке на базе элеваторов, сушильноочистительных и приемно-очистительных башен.

Однако вследствие неравномерного географического распределения урожая в отдельные годы для выполнения планов закупок зерна в короткие сроки отдельные предприятия вынуждены принимать и временно хранить некоторое количество зерна на специально оборудованных площадках. Кроме того, на площадках размещают часть сырого зерна в ожидании сушки. При устройстве площадок важно правильно выбрать место их расположения.

На территории хлебоприемных предприятий площадки располагают так, чтобы они были связаны средствами механизации с поточными линиями, зернохранилищами, находились вблизи железнодорожных подъездных путей или водных причалов.

В виде исключения разрешается размещать площадки за территорией предприятия на удобных участках, прилегающих к ней. На территории предприятий площадки делают, как правило, асфальтированные, а за пределами - профилированные земляные.

Все площадки должны быть расположены на возвышенных сухих местах, где исключена возможность скопления поверхностных вод. На территории хлебоприемных предприятий площадки обычно располагают между

двумя рядами складов параллельно их продольным стенам с разрывом не менее 10 м для обеспечения проездов.

Размеры площадок определяют с учетом местности, необходимости обеспечения удобных подъездов автомобильного транспорта и расположения механизмов, а также рационального использования брезентов (размер брезента 7×8,5 м) для укрытия зерна.

Размеры площадок определяют, исходя из возможности размещения на 1 м² до 1 т зерна (натурой 750 кг/м³) на площадках без щитов и до 2 т зерна на площадках, оборудованных ограждающими щитами.

Асфальтированные площадки сооружают в соответствии с типовым проектом, разработанным ЦНИИ промзернопроект. Проект предусматривает три типа площадок:

1 тип (рис. 14) - с инвентарными хлебными щитами, средними стойками и брезентовым покрытием; ширина площадки 13,25, длина 38 м;

II тип (рис. 15) - с инвентарными хлебными щитами и коньковой опорой для брезента, без средних стоек;

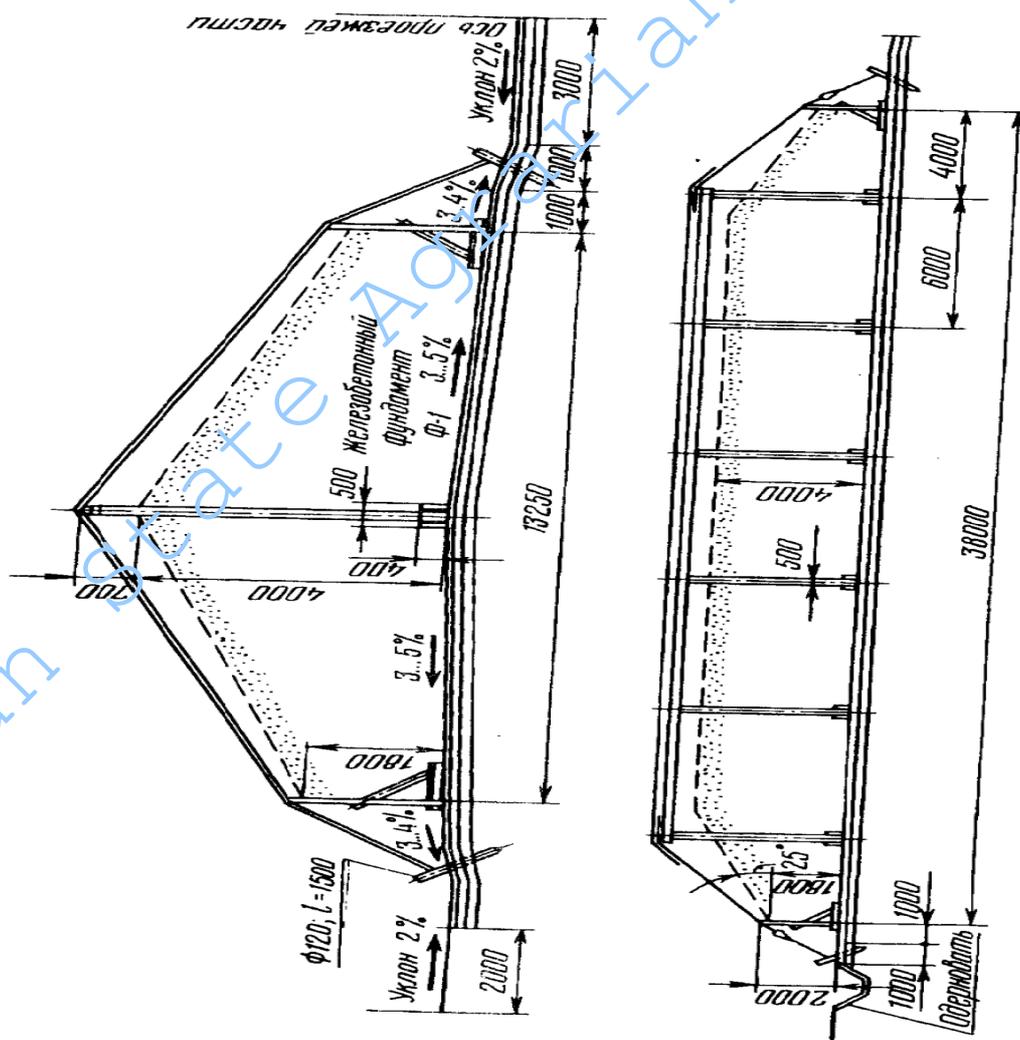


Рис. 14. Поперечный и продольный разрезы асфальтированной площадки I типа (со стойками для крепления брезента)

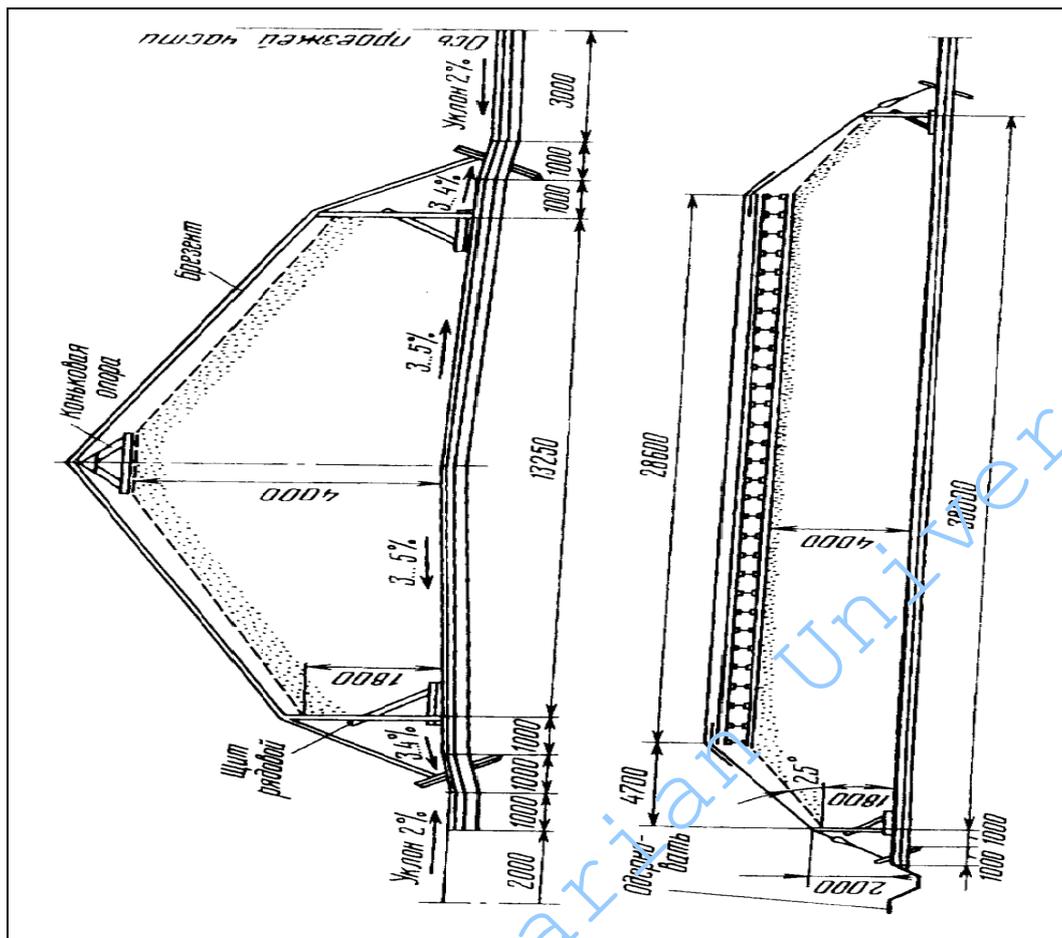


Рис. 15. Поперечный и продольный разрезы асфальтированной площадки II типа (с коньковой опорой для брезента)

III тип - с ограждающей стенкой из местных материалов и коньковой опорой для брезента; ширина площадки 13,25, длина 44 м.

При невозможности строительства площадок по типовым проектам допускается сооружение их по индивидуальным проектам. При этом ширину площадки рекомендуется предусматривать в пределах 6-7 м для возможности укрытия насыпи (по ширине) одним брезентом и 10-14 м для укрытия двумя брезентами.

Асфальтированная площадка состоит из грунтового основания - песчаной подсыпки толщиной 150 мм, щебеночного подстилочного слоя толщиной 160 мм и асфальтированного или асфальтобетонного покрытия толщиной 30-40 мм.

Поперечный профиль площадки должен иметь слегка выпуклую форму. Для асфальтированных площадок рекомендуется делать уклон (отношение выпуклости к половине ширины площадки) в пределах 3-5°. При указанном уклоне высота выпуклости составляет: для площадок шириной 7 м - 10-17 см, шириной 14 м - 21-35 см. Для отвода ливневых вод по периметру каждой площадки делают отмостки и водоотводящий лоток.

Для предотвращения россыпей и потерь зерна, обеспечения более рационального использования площадок и удобства укрытия зерна брезентом площадки I и II типов по периметру ограждают типовыми или так называемыми облегченными хлебными щитами, а площадки III типа - стенками ме-

стных материалов. Для обеспечения необходимой аэрации зерна укладывать брезенты для укрытия непосредственно на насыпь не допускается, между поверхностью насыпи и брезентами должно оставаться воздушное пространство. По продольной оси площадок I типа устанавливают на расстоянии 5-7 м друг от друга деревянные стойки, по которым укладывают прогоны, служащие опорой для брезентов. Высота столбов зависит от уровня насыпи зерна (ширины площадок) и должна быть на 0,6-1,0 м выше гребня насыпи.

Площадки рекомендуется оборудовать установками для активного вентилирования зерна. Для этого наиболее рационально использовать телескопические вентиляционные установки ТВУ-2 или телескопические аэрожелоба, а также напольно-переносные установки ЦНИИ промзернопроекта (ПЗП-55). Телескопические трубы можно располагать как вдоль, так и поперек площадок.

Для механизации работ по приемке и отгрузке зерна на площадках применяют автомобилеразгрузчики ГУАР-15п, механизированные бункера БМ-62, самоходные погрузчики КШП-5 и Д-565 и передвижные конвейеры различного типа.

На предприятиях, размещающих большое количество зерна на площадках рядом с сушилками, для приема и временного хранения сырого и влажного зерна используют стационарные средства механизации. Над площадкой делают эстакаду, на которую устанавливают ленточный конвейер с разгрузочной тележкой. В торце площадки или между двумя площадками оборудуют приемное устройство, состоящее из стационарно установленного большегрузного автомобилеразгрузчика, приемного бункера и нории, обеспечивающих приемку и подачу зерна на конвейер, установленный над площадкой. Площадки разгружают самоходными погрузчиками и передвижными конвейерами. Для разгрузки зерна с площадок устанавливают стационарные нижние ленточные или цепные конвейеры (ТСЦ-50, ТСЦ-100 и др.).

Бунт – временное сооружение со стенами из щитов, досок, мешков и других подручных материалов, устроенное на специальной площадке (как правило, асфальтированной). Бунты укрывают сверху брезентом (рис. 16).

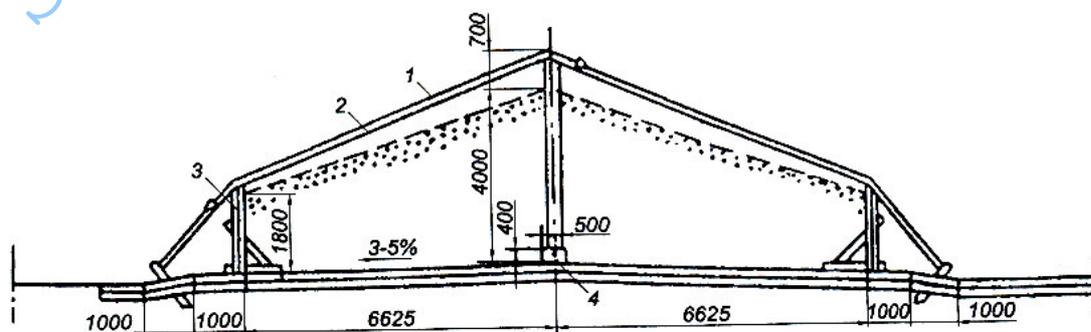


Рис. 16. Типовой бунт для зерна со стенами из хлебных щитов:

1 – брезент; 2 – веревка; 3 – рядовой щит; 4 – железобетонный фундамент

Навес – это хранилище без стен, но с крышей и асфальтовым или другим полом (рис. 17).

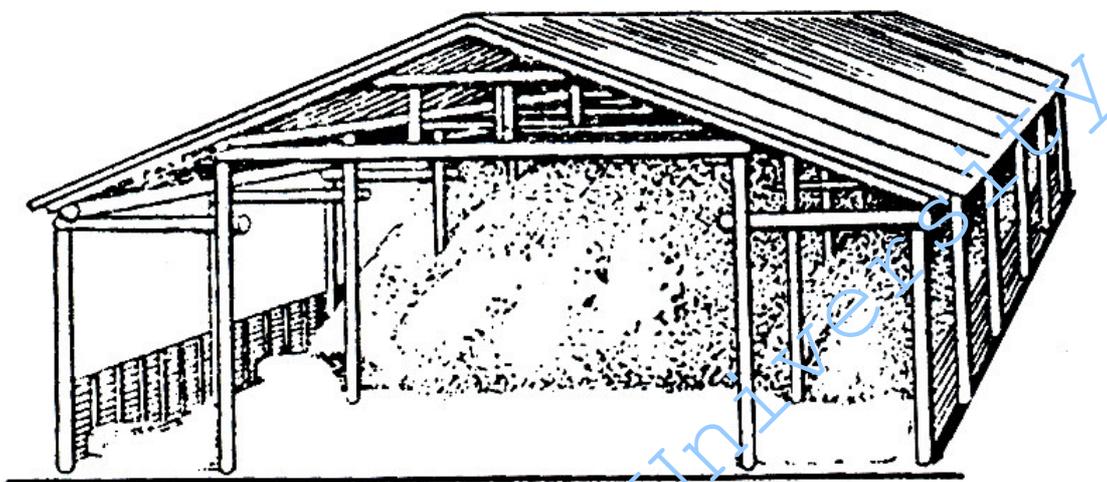


Рис. 17. Навес

Механизированный ток – сооружение в условиях сельского хозяйства, предназначенное для первичной обработки, очистки и сушки зерна, только что убранного поля (рис. 18).

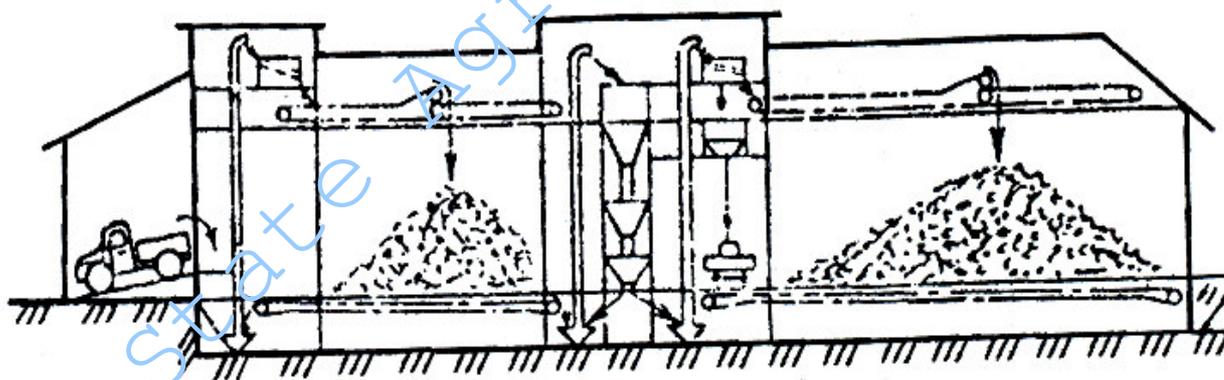


Рис. 18. Механизированный ток

Вентилируемый бункер – специальное зернохранилище небольшой вместимости для хранения свежесобранного зерна (рис. 19).

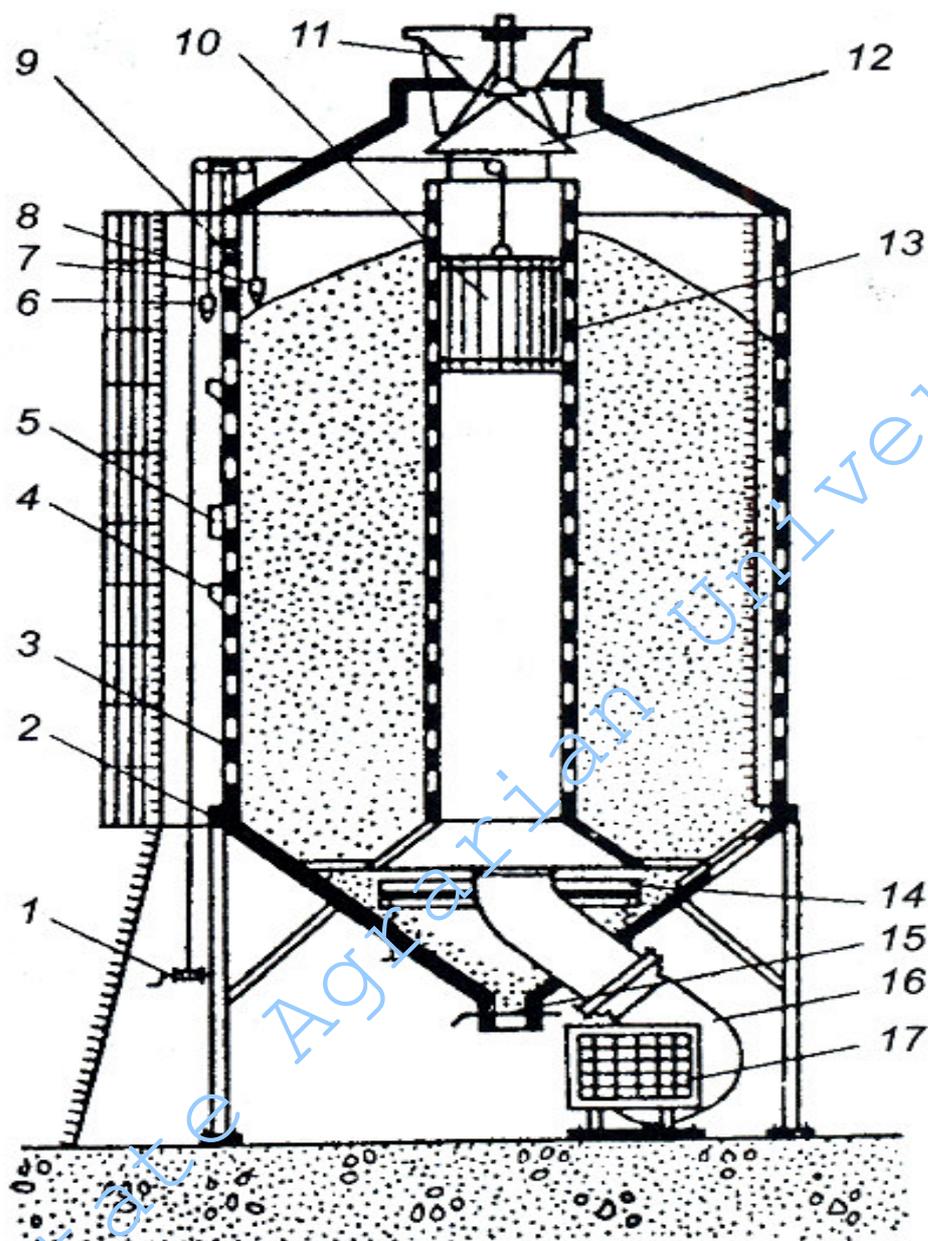


Рис. 19. Вентилируемый бункер БВ-25:

1 – лебедка; 2 – кольцевая рама; 3 – корпус; 4 – пробоотборник; 5 – регулятор влажности; 6, 8 – грузики; 7 – флажок; 9 – измерительный преобразователь уровня зерна; 10 – клапан; 11 – распределитель зерна; 12 – конус; 13 – воздухораспределительная труба; 14 – регулировочное кольцо; 15 – шибер; 16 – вентилятор Ц4-70 № 6; 17 – электрокалорифер

Элеваторы – наиболее совершенный тип зернохранилищ, который обеспечивает наилучшую сохранность зерна, механизацию работ и высокую производительность труда (рис. 20).

Элеватор как зернохранилище характеризуется тремя особенностями: зерно хранят в силосах; снабжен стационарными установками (механиче-

скими и пневматическими) для подъема зерна вверх в силосы; как сооружение представляет собой самостоятельную единицу.

ис. 2.0).

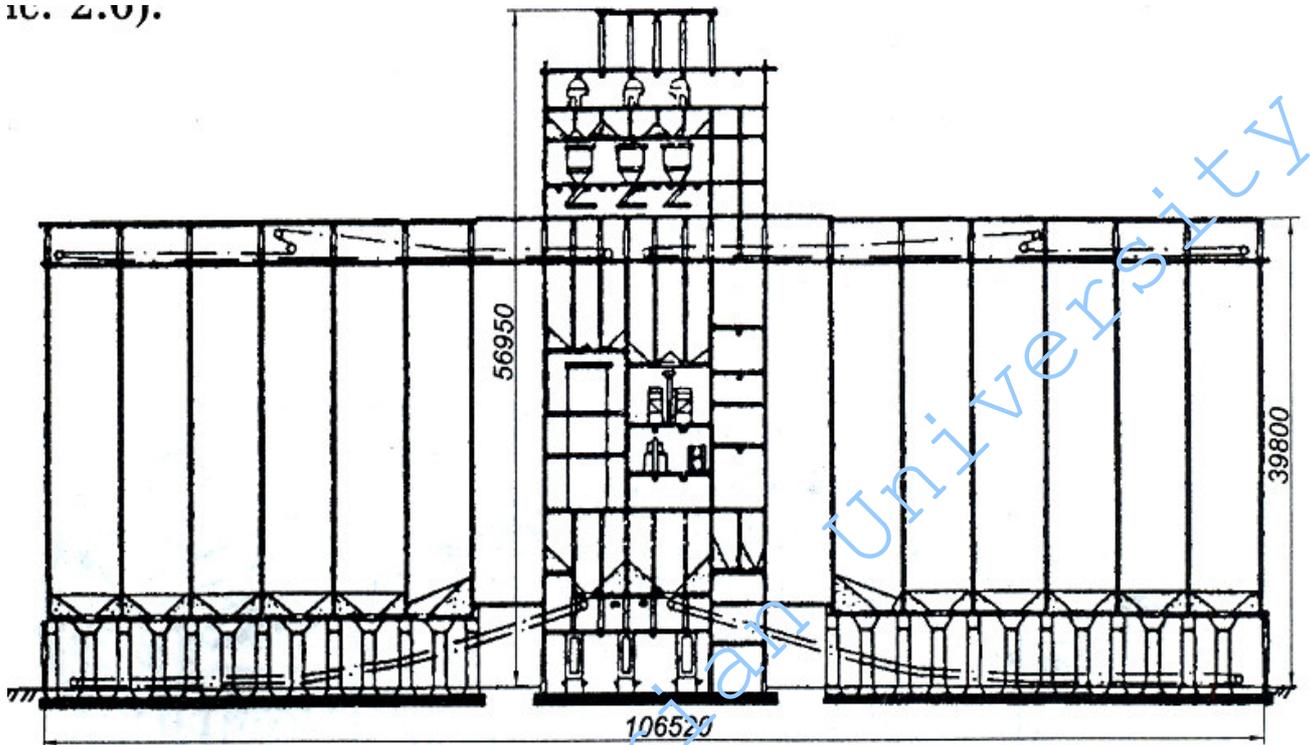


Рис. 20. Элеватор

Элеваторы по сравнению со складами имеют следующие достоинства: полную механизацию и частичную автоматизацию работ с зерном, меньшую трудоемкость работ по обеспечению полной сохранности зерна, простоту проведения мероприятий по борьбе с вредителями хлебных запасов, значительно лучшее использование строительного объема, меньшие потери зерна, лучшую изоляцию зерна от внешней среды, меньшую площадь участка застройки.

3. ЗЕРНОСКЛАДЫ

Для хранения зерна широко используют зерносклады различных типов и размеров. Наиболее распространенным типом зернохранилищ по-прежнему остаются зерносклады. В общей вместимости сети зернохранилищ страны на их долю приходится около 60%. Это объясняется тем, что строительству зерноскладов отдавали предпочтение в те периоды, когда экономические возможности страны для создания в кратчайшие сроки условий надежной и длительной сохранности выращенного урожая были ограничены. Зерносклады по сравнению с элеваторами можно было возводить гораздо быстрее, не имея мощной строительной базы, строить из местных строительных материалов и с меньшими капитальными затратами (для немеханизированных складов).

Зерносклады по многим показателям уступают элеваторам. Однако в целом отвечают требованиям, предъявляемым к зернохранилищам, таким, например, как быть прочными и долговечными; удобными и безопасными при эксплуатации; пожаро- взрывобезопасными, недорогостоящими: надежно защищать зерно от грунтовых, ливневых и талых вод, разрушительного действия атмосферных условий и грызунов; обеспечивать максимальную механизацию на всех операциях; количественную и качественную сохранность зерна, минимальные эксплуатационные расходы.

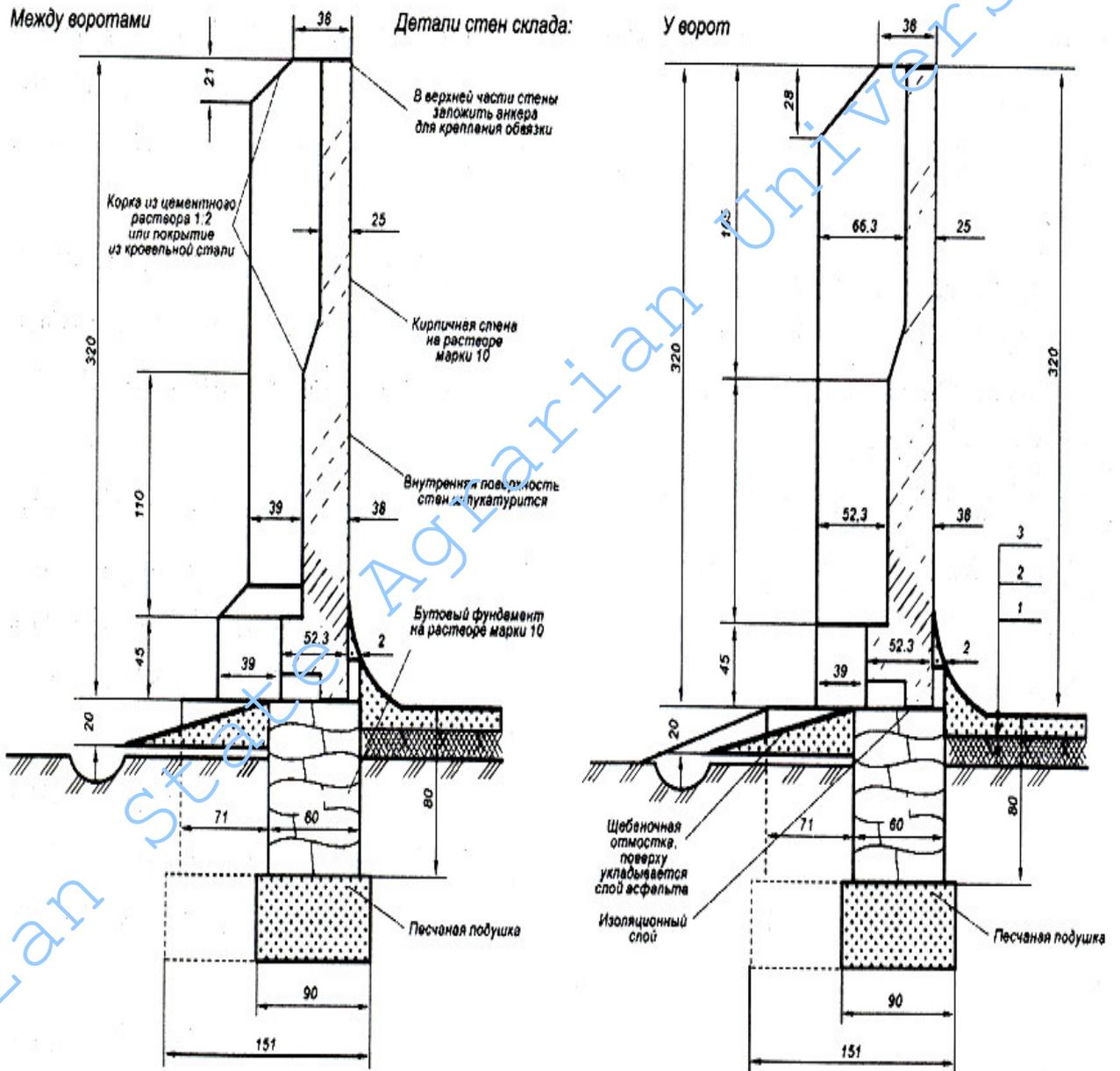


Рис. 21. Кирпичные стены зерносклада:

1 – утрамбованный сухой грунт; 2 – гравийная, щебеночная или шлаковая подушка; 3 – асфальт

В складах зерно размещают насыпью, полы в них в основном горизонтальные плоские, но есть склады с наклонными полами. Высота насыпи зерна у стен складов с учетом их прочности, природы и качества зерна допускается в пределах 2,5-4,5 м; в средней части - 4,5-7 м при плоских горизонтальных полах и до 10 м в складах с наклонными полами.

Склады строят из кирпича, камня и сборного железобетона, обеспечивающих достаточную прочность и влагонепроницаемость, огнестойкость и долговечность сооружений. Стены складов рассчитаны на восприятие давления зерновой насыпи, а также снеговой и ветровой нагрузки.

Наиболее распространены зерновые склады вместимостью 3200 т (рис. 22) со стенами из местных материалов (тип ДМ-61). Размер склада в плане 20×62 м, высота (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.

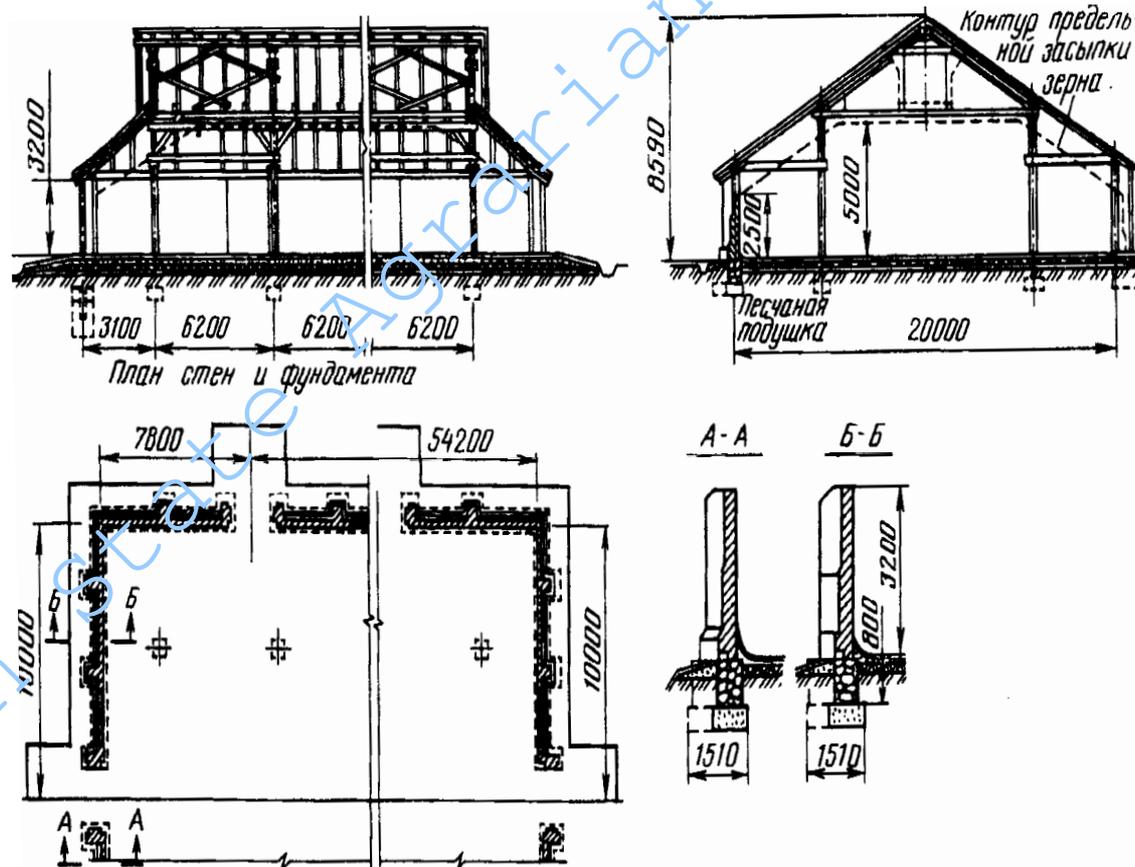


Рис. 22. Каменный немеханизированный зерновой склад

По верхней части фундамента из кирпича выкладывают выступ: для гидроизоляции стен в месте примыкания их к фундаменту прокладывают два

слоя рубероида на битумной мастике, а затем возводят стены. Выступ сделан для предотвращения смещения стены по отношению к фундаменту под давлением зерновой насыпи в складе. В верхней части стен, выше уровня зерновой насыпи, предусмотрены оконные проемы, в которые устанавливают деревянные переплеты, заполненные армированным стеклом. Для предотвращения проникновения к фундаменту дождевых и талых вод вокруг склада устраивают асфальтовые отмостки шириной от 1 до 3 м в зависимости от грунта.

Полы складов асфальтовые по щебеночной подготовке, что надежно изолирует хранящееся в складе зерно от грунтовых вод и защищает склады от грызунов.

При устройстве асфальтового пола верхний растительный слой почвы удаляют на глубину 20 см и взамен него подсыпают грунт, не содержащий органических веществ. Подсыпку разравнивают и хорошо уплотняют. На этот слой насыпают гравийную, щебеночную или шлаковую подушку толщиной 15...20 см, укатывают тяжелым дорожным катком и поливают жидким известковым раствором, который не только связывает частицы насыпи, но и служит средством дезинсекции. На подготовленную поверхность укладывают горячий тугоплавкий асфальт слоем 3,5-5 см, который сразу же укатывают.

Несущая часть крыши состоит из деревянных стропильных ферм и опор (колонн). Для установки в складе верхнего конвейера в средней части фермы предусмотрен проем. Крышу покрывают шифером, который укладывают по толевой прокладке на обрешетке из досок.

Двери располагают в продольных стенах складов на расстоянии 12-18 м. Ширина дверных проемов 2,2, высота 2,5 м, что обеспечивает свободный проход самоходных зернопогрузчиков и передвижных механизмов. Существуют склады со стенами из бутового камня, бетонных и шлакобетонных блоков и камня-ракушечника.

Почти все склады механизированы. Верхние и нижние ленточные конвейеры устанавливают, привязывая их к сушильноочистительным и приемно-очистительным башням и к зерносушилкам, нижние конвейеры устанавливают в нижних галереях.

Проходная подземная галерея в типовом складе, как правило, изготавливается из сборного железобетона или из кирпича (для одного конвейера); для выпуска зерна на конвейер в перекрытии галереи устанавливают металлические воронки. Высота галереи 2,1-2,2, ширина 1,85-1,9 м. Высота насыпи в складе у стен 2,5, в середине 5 м.

Для хранения зерна также используют склады с увеличенной высотой загрузки, с более высокими и прочными стенами. Эти склады аналогичны описанным выше. Размер склада в плане 60×19,8 м, высота по коньку 10 м, высота стен 5,3 м. Допустимая высота насыпи у стен 4,5 м, в середине 7 м. Вместимость склада 4400 т.

Зерновые склады, как правило, строят в ряд, между складами в соответствии с требованиями противопожарной охраны устраивают брандмауэры.

Существуют сборные железобетонные механизированные склады размером в плане 24×90 м, вместимостью 5500 т. Пол склада изготавливают из асфальта, кровлю - из шифера по сплошной обрешетке.

Верхняя конвейерная галерея металлическая. Нижняя (проходная) из сборного железобетона. Предусмотрены варианты склада с кирпичными и блочными стенами. Зерновые склады оборудуют нижними и верхними ленточными конвейерами производительностью 100, а в отдельных случаях 175 т/ч.

Размер механизированных зерновых складов с наклонными полами 20×60 м, высота надземной части (до конька) 8,55 м (рис. 23).

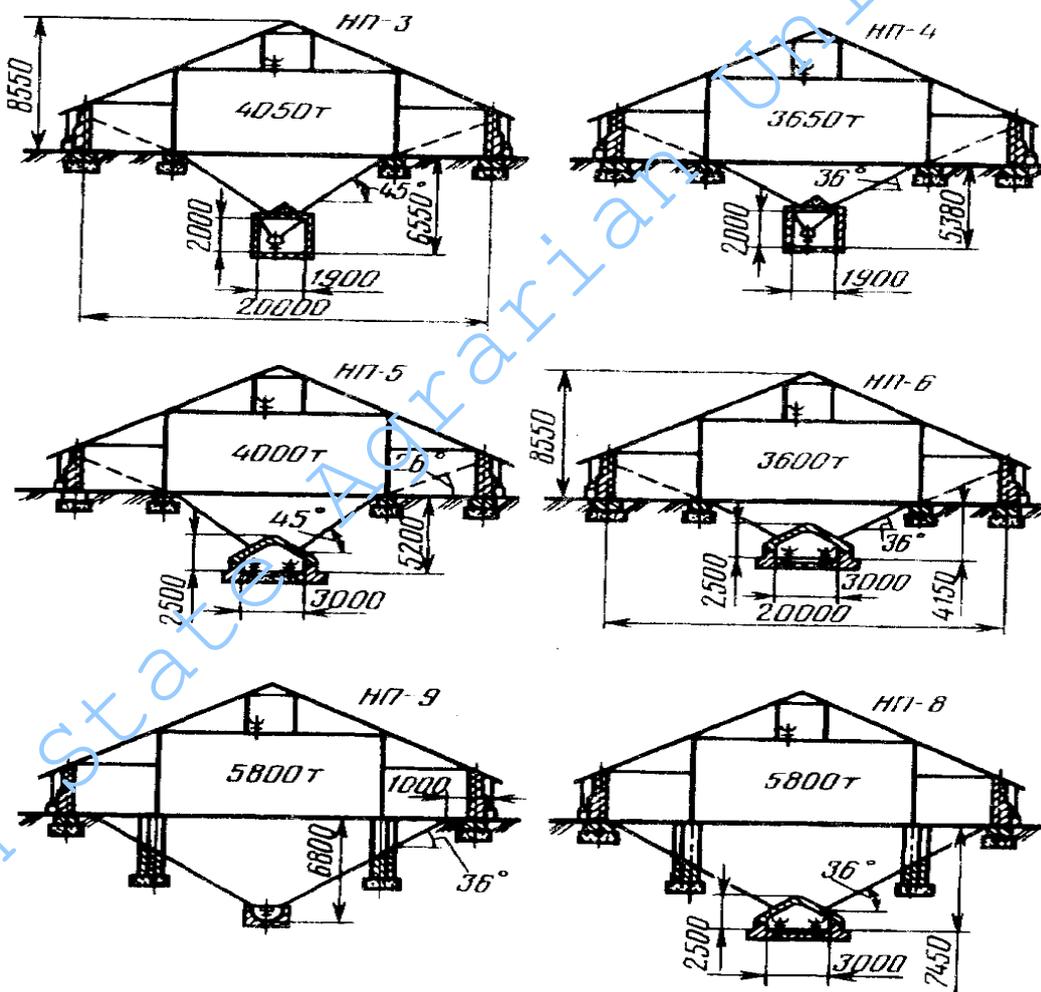


Рис. 23 . Схемы зерновых складов с наклонными полами (имеют различия в величине наклона пола и его горизонтальных участков)

В зависимости от уровня грунтовых вод угол наклона полов 36...45 °, величина заглубления 4,15...7,45 м. Стены кирпичные, бутовые или блочные; стойки и крыши деревянные или из сборного железобетона; кровля шифер-

ная. Конструкция стен и крыши такая же, как и в складах с горизонтальными полами.

Склады оборудуют верхними и нижними проходными галереями, в которых устанавливают ленточные конвейеры. В складах обеспечивается комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ, так как их заполняют с использованием стационарной механизации, а выпускают зерно самотеком.

При строительстве и эксплуатации складов необходимо строго соблюдать противопожарные требования и правила охраны труда.

В соответствии с противопожарными требованиями и правилами охраны труда в брандмауэрных стенках и проемах для прохода конвейеров устанавливают автоматические заслонки или в стену заделывают металлические самотечные трубы.

Нижние проходные галереи должны быть оборудованы аспирацией и иметь запасные выходы на расстоянии не более 60 м.

В зависимости от уровня грунтовых вод угол наклона полов $36...45^\circ$, величина заглубления 4,15...7,45 м. Стены кирпичные, бутовые или блочные; стойки и крыши деревянные или из сборного железобетона; кровля шиферная. Конструкция стен и крыши такая же, как и в складах с горизонтальными полами.

Склады оборудуют верхними и нижними проходными галереями, в которых устанавливают ленточные конвейеры. В складах обеспечивается комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ, так как их заполняют с использованием стационарной механизации, а выпускают зерно самотеком.

При строительстве и эксплуатации складов необходимо строго соблюдать противопожарные требования и правила охраны труда.

В соответствии с противопожарными требованиями и правилами охраны труда в брандмауэрных стенках и проемах для прохода конвейеров устанавливают автоматические заслонки или в стену заделывают металлические самотечные трубы.

Нижние проходные галереи должны быть оборудованы аспирацией и иметь запасные выходы на расстоянии не более 60 м.

Особенно важно оборудовать зерновые склады с плоскими полами предохранительными колоннами в местах выпуска зерна на нижние конвейеры, чтобы предотвратить затягивание человека в зерновую воронку, образующуюся при истечении зерна.

Предохранительная колонна (рис. 24) представляет собой решетчатый металлический сварной цилиндр, состоящий из трех стоек и 33 колец диаметром 394 мм, расположенных через каждые 165 мм. Опорную раму колонны с двумя лестницами надежно приваривают к выпускной воронке, верх предохранительной колонны крепят растяжками к стропильной конструкции механизированного склада. Верхняя часть выпускной воронки перекрывается съемными горизонтальными решетками.

Принцип действия предохранительной колонны заключается в том, что при открытии задвижки выпускной воронки истечение зерна начинается от

столба, заключенного в колонне, затем зерно с верхних слоев попадает в колонну, а движение нижних слоев тормозится давлением массы зерна. Таким образом, насыпь зерна в складе снижается постепенно и исключается образование воронок в зерне при выпуске его на нижний конвейер. Предохранительные решетки должны быть на 0,5 м выше максимального уровня зерна в складе. Несмотря на наличие предохранительных колонн, во избежание несчастных случаев пребывание людей на насыпи зерна при его разгрузке запрещено.

Для того чтобы быстро прекратить выгрузку зерна из склада, с наружной стороны стен устанавливают аварийные кнопки «Стоп» для остановки электродвигателей нижних конвейеров. Рядом с этими кнопками должны быть вывешены специальные надписи и к кнопкам должен быть обеспечен доступ.

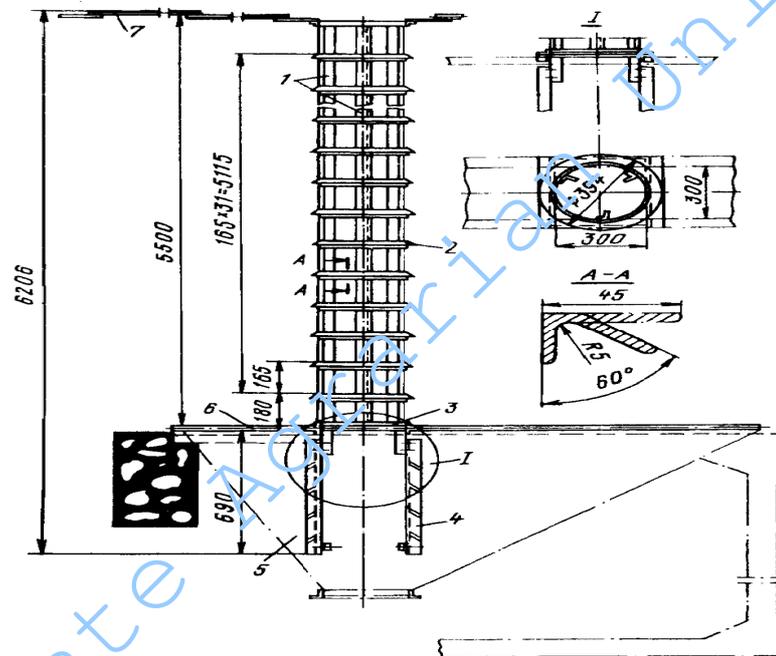


Рис. 24. Предохранительная колонна:

1 – вертикальные стойки; 2 – горизонтальное кольцо; 3 – нижний фланец; 4 – лестница; 5 – выпускная воронка; 6 – напольные решетки; 7 – растяжки

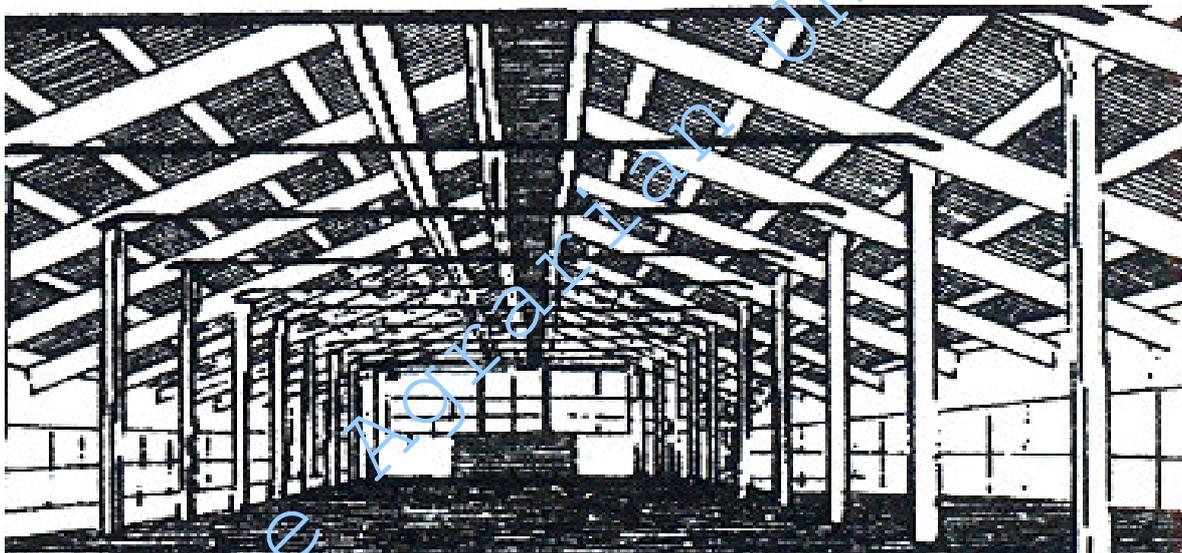
Большую опасность представляет пребывание людей на насыпи зерна в складах с наклонными полами, поэтому необходимо исключить возможность доступа в зернохранилище и случайное нахождение людей в складе во время выгрузки зерна. Об этой опасности должны знать все работающие на предприятии. На стенах складов на видных местах должны быть вывешены соответствующие предупредительные плакаты.

В этих складах верхняя конвейерная галерея должна иметь ограждение на всю высоту до крыши для исключения попадания людей на насыпь зерна. Двери складов должны быть всегда закрыты и заблокированы с электродви-

гателем нижнего конвейера так, чтобы при открытии дверей электродвигатель конвейера автоматически отключался.

Допуск людей на насыпь зерна может быть разрешен только при исключении возможности запуска нижнего конвейера (при открытых дверях) и под наблюдением лица, непосредственно отвечающего за безопасность работающих в складе.

Наибольшее распространение получил склад СЗ-60 (ГН ПЭП, 1959). Склад имеет размеры в плане 90х24 м, с поперечными трехпролетными рамами (6, 12, 6 м), шаг рам 6 м, кровля двухскатная с уклоном 25 град. из асбоцементных листов. Все конструкции сборные железобетонные. Торцовые стены возводят из кирпича, продольные сооружают из панелей. Вместимость склада 5500 т. Внутренний вид зерносклада показан на рис. 25. Предусмотрена возможность устройства наклонных полов в пределах среднего пролета. При этом вместимость склада увеличивается до 5900 или 6900 т.



**Рис. 25. Внутренний вид зерносклада СЗ-60.
передвижных**

Рамно-панельный зерносклад (ГосНИИсреднеазпромзернопроект, 1972) показан на рис. 26.

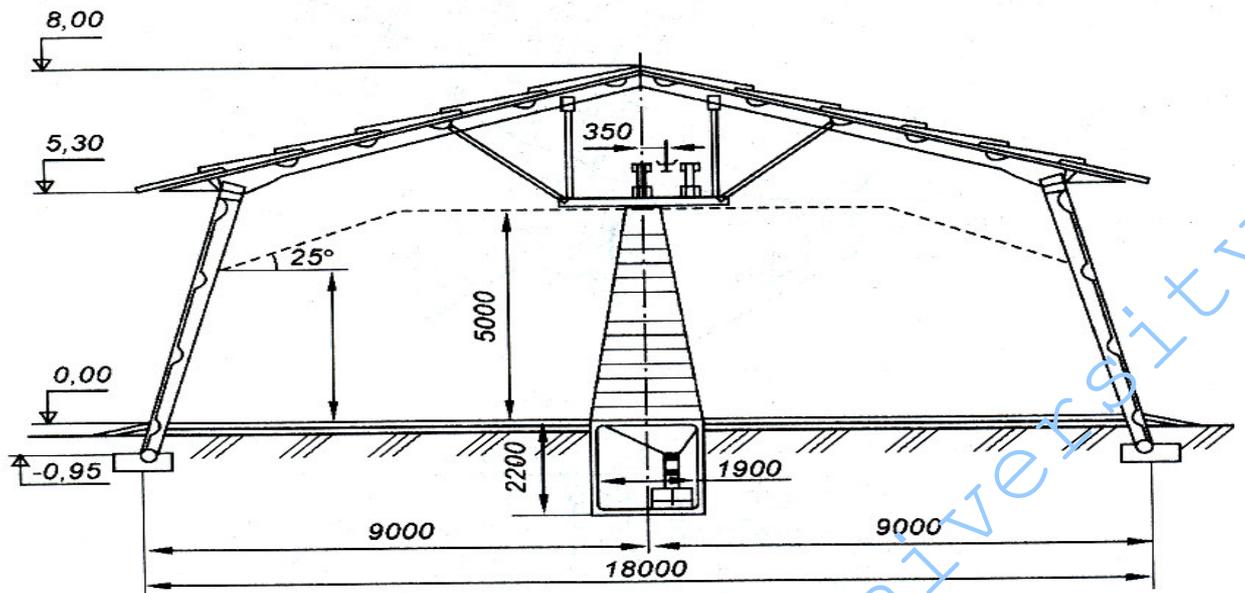


Рис. 26. Поперечный разрез зерносклада рамно-панельной конструкции

Пролет склада может быть 9, 12, 15, 18, 21, 24 м. Стены здания монтируются из глухих панелей, панелей с проемом для оконного блока и специальной панели с проемом для ворот. Покрытие выполняется из решетчатой панели, кровля – из волнистых асбоцементных листов усиленного профиля по деревянной обрешетке. Панели стен отличаются от панелей покрытия армированием.

ГИПромзернопроект разработаны пневматические склады вместимостью 4000 и 1800 т. Склад воздухонапорной конструкции (рис. 27) из прорезиненной капроновой ткани № 24, в торце склада – шлюзы.

Склад с несущими пневматическими арками (рис. 28), оболочка из капроновой ткани № 24.

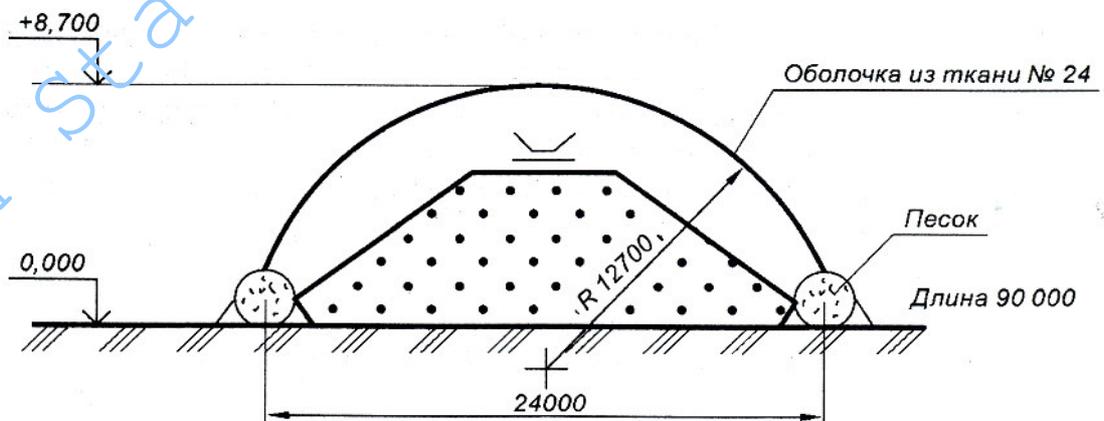


Рис. 27. Пневматический склад воздухонапорной конструкции

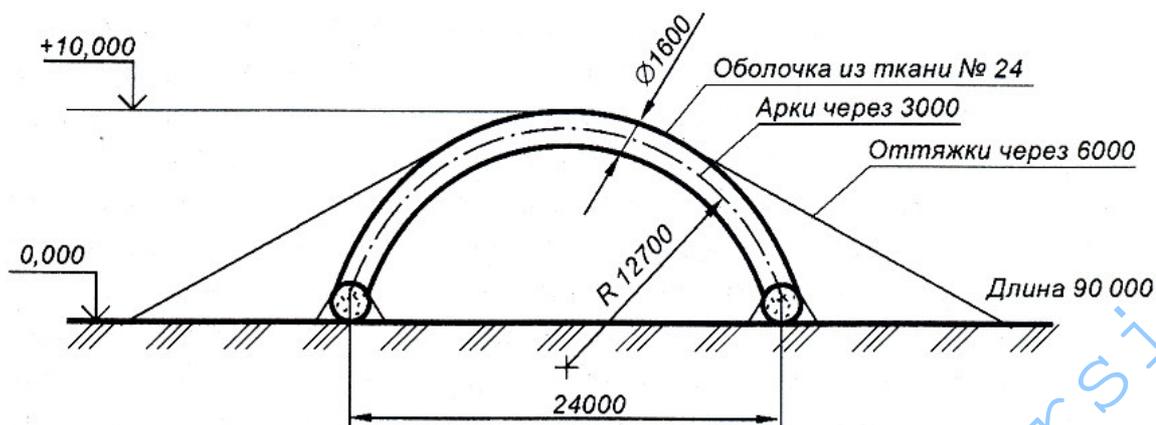


Рис. 28. Пневматический склад с несущими пневматическими арками

4. БАШЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ СКЛАДОВ

Башенные комплексы механизированных зерновых складов строят одновременно со складами, они предназначены для приемки, обработки и размещения зерна в механизированных складах.

С учетом состава оборудования и выполняемых функций механизированные башни разделяют на перегрузочные (ПБ), приемно-очистительные (ПОБ, РБО), приемно-очистительно-сушильные (РБС), молотильноочистительные (МОБ) и сушильно-очистительные (СОБ).

Приемно-очистительные башни (ПОБ) в основном строят в южных районах страны, где поступает зерно невысокой влажности. Емкость складов 12,8 тыс. т. Башня семиэтажная, оборудована двумя норями по 100 т/ч, сепаратором КДП-100, двумя ковшовыми весами и приемно-отпускными устройствами, но этот тип башен из-за большой высоты и стоимости широкого распространения не получил.

Более совершенна башня РБО-3×100, рассчитанная на поточную очистку зерна и оборудованная тремя норями по 100 т/ч, сепаратором ЗМС-100 с той же производительностью. Она обеспечивает приемку и одновременно отпуск зерна в вагоны.

Рабочая башня типового проекта 702-22 оборудована системой аспирации. Для приемки зерна и отпуска его на железную дорогу установлен автомобилезагрузчик ГУАР-30. В башне имеется надсепараторный бункер вместимостью 40 т, создающий условия для ритмичной очистки зерна. С помощью вагоноразгрузчика ШВЗ загрузка вагонов может вестись как через верхние люки в крыше, так и через боковые проемы вагона. Разветвленная система электросигнализации и световой сигнализации башни позволяет су-

дить об уровне зерна в бункерах, работе механизмов и сигнализирует о возникновении пожара.

Разработанные в Ставропольском краевом управлении хлебопродуктов рабочие башни оборудованы тремя нориями производительностью по 100 т/ч, двумя сепараторами ЗМС-50 и автоматическими весами ДН-1000.

В годы освоения целинных и залежных земель в Сибири и Северном Казахстане для приема зерна непосредственно из-под комбайнов строили сушильно-очистительные башни (СОБ), оборудованные наиболее мощными для того времени сепараторами и зерносушилками. Башню располагали между механизированными складами (три справа, три слева), причем 1-2 склада использовали для кратковременного хранения сырого зерна, а остальные – для хранения сухого зерна. С 1957 г. вместо этих башней стали строить башни типа СОБ-1С с более удобной технологической схемой, позволившей расширить количество одновременно проводимых операций с двух до четырех (рис. 29).

Недостатками СОБ-1С являются невозможность одновременно принимать зерно разного качества и высокая зависимость от равномерности подвоза зерна, его поступления.

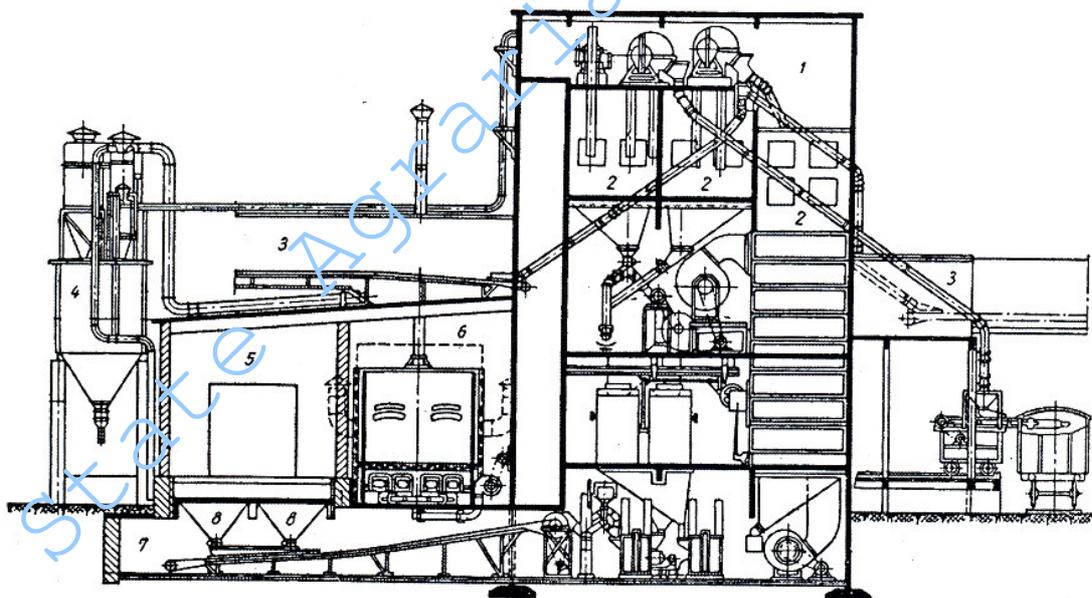


Рис. 29. Сушильно-очистительная башня СОБ-1С в разрезе по башне, топочному помещению и приемно-отпускным устройствам:

1 – башня; 2 – бункеры; 3 – верхние транспортные галереи; 4 – бункеры для отходов; 5 – приемное устройство; 6 – топочное помещение; 7 – подземная транспортная галерея; 8 – приемные бункеры

Для устранения этих недостатков были разработаны проекты СОБ-32 с зерносушилкой ДСП-32, а затем проект СОБ-50С с приемным устройством на два проезда и использованием приемных бункеров на 100 т для сглаживания пульсации зерна.

Однако башня СОБ-50С имела малую производительность зерносушилок, и емкость приемных бункеров не была рассчитана на большие грузовые автомобили. Поэтому были спроектированы башни СОБ-Ц-50 с газовой рециркуляционной зерносушилкой «Целинная-50» и СОБ-2×25 с зерносушилкой РД×25-70 и повышенной производительностью всего остального оборудования (рис. 30).

На хлебоприемных предприятиях, принимающих небольшие партии сырого зерна, экономически выгодно использовать башни РБС-3×100, оборудованные 2-4 зерносушилками СЗС-8 с производительностью каждой 8 т/ч или зерносушилкой ДСП-320Т.

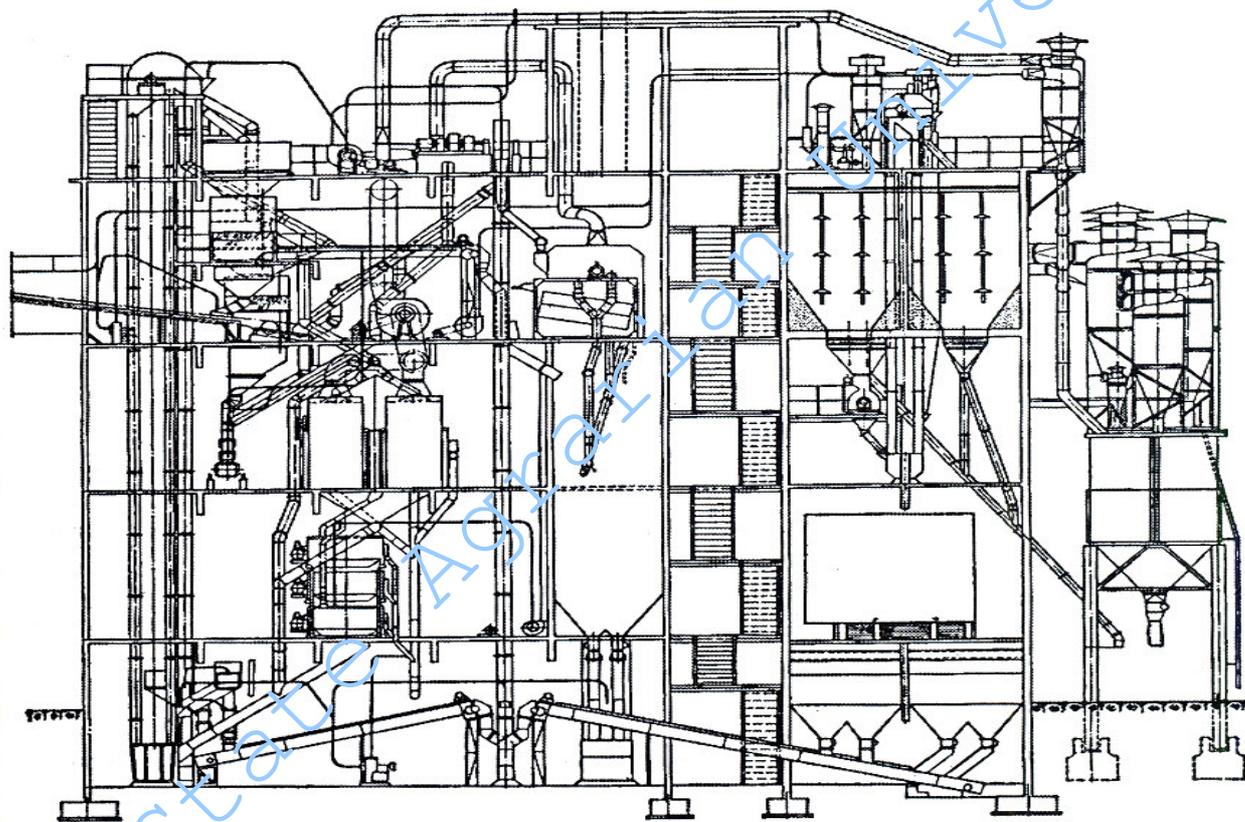


Рис. 30. Сушильно-очистительная башня СОБ-2×25

В ходе эксплуатации башен на хлебоприемных предприятиях их реконструировали, что повысило их эксплуатационные показатели.

В южных районах России, где возделывают кукурузу на зерно, строят молотильно-очистительные башни МОБ-1СЖ. Поступающие в период заготовок зерна початки кукурузы проходят сушку в сушилке ДСП-320Т, расположенной рядом с башней. Высушенные початки кукурузы направляют в башню, где их обмолачивают на двух кукурузомолотилках МКП-30, затем зерно проходит очистку на сепараторе ЗСМ-50. Хранят зерно кукурузы в 4-6 типовых механизированных складах, привязанных при помощи СОБ-М К (рис. 31).

Башня СОБ-МК (сушильно-очистительная башенная, монолитной конструкции) – высокопроизводительная комплексно-механизированная технологическая линия, служащая для приемки и обработки зерна в потоке. Зерно, поступающее в автомобиле, разгружается в бункер (1), из которого транспортером (2) подается в норию (3). Нория может направить зерно: 1) для очистки в сепаратор (4); 2) для отгрузки в железнодорожные вагоны по транспортеру (5); 3) в склады первой линии по транспортерам (6) и (7); 4) в склады второй линии по транспортеру (8); 5) в бункер (9) для сырого зерна.

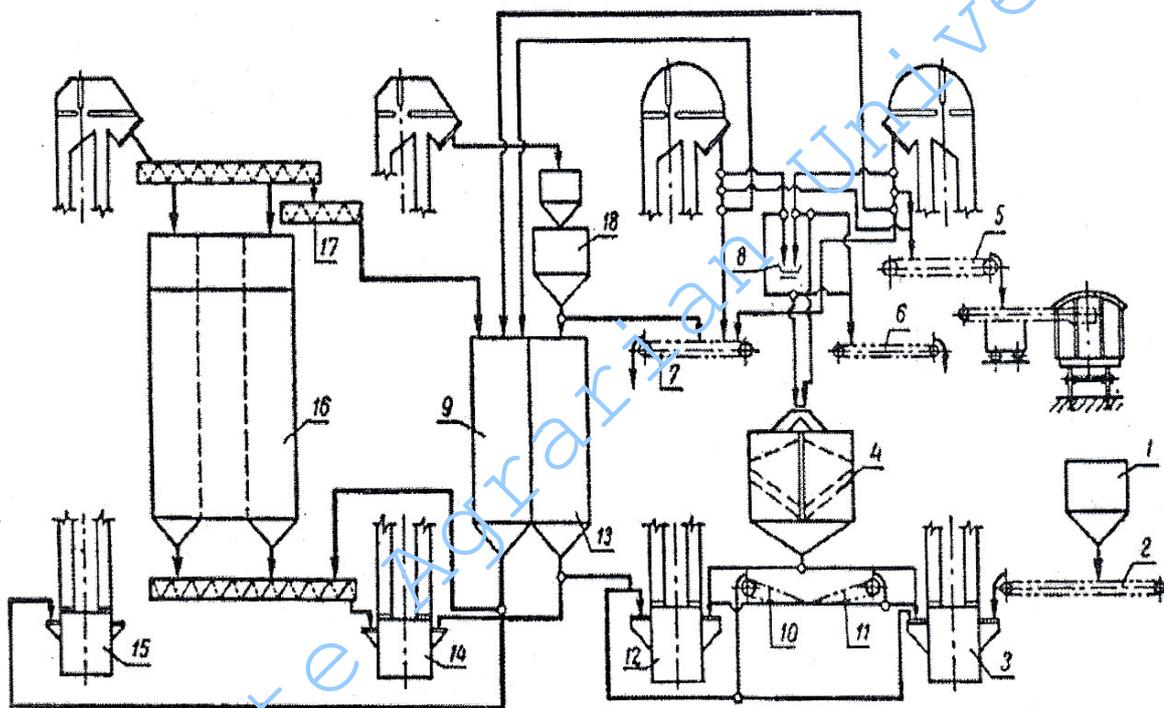


Рис. 31. Технологическая схема приема, обработки и отгрузки зерна на башенной технологической линии СОБ-МК:

1 – приемный бункер; 2, 5–8, 10, 11 – ленточные транспортеры; 3, 12, 14, 15 – нории; 4 – сепаратор; 9 – бункер для сырого зерна; 13 – бункер для сухого зерна; 16 – зерносушилка; 17 – шнек; 18 – автоматические весы

Зерно на норию (3) можно подавать из складов по транспортерам (10) и (11) из-под сепаратора (4). На норию (12) зерно подают также транспортерами (10) и (11) из складов, из-под сепаратора и из бункера (13) для сухого зерна. Зерносушилку (16) обслуживают нории (14) и (15).

В ходе эксплуатации башен СОБ-МК выявились существенные недостатки, которые были ликвидированы в модернизированном варианте сушильно-очистительной башни СОБ-М Км.

Очистительные и сушильно-очистительные башни с привязанными к ним механизированными складами могут функционировать как самостоя-

тельные производственные единицы, а также совместно с находящимися с ними на одной территории элеваторами (В.Л. Пилипюк, 2009).

Контрольные вопросы:

1. Какие типы зернохранилищ вы знаете? 2. Изложите принципы напольного способа хранения зерна. 3. Какие преимущества имеют элеваторы по сравнению со складами? 4. Назовите недостатки металлических силосов элеваторов. 5. Требования, предъявляемые к зернохранилищам. 6. Какие типы асфальтированных площадок вы знаете? 7. Назовите состав башенного комплекса механизированного зернового склада?

5. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СИЛОСЫ БОЛЬШОЙ ВМЕСТИМОСТИ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Железобетонный элеватор в нашей стране впервые был возведен в 1925 году. Поэтому даже и в настоящее время подавляющее число эксплуатируемых элеваторов – железобетонные.

Железобетонные силосные корпуса как монолитные, так и сборные силосные корпуса конструктивно и по назначению делятся (по высоте) на три основные части:

- 1-я – подсилосный этаж, где устанавливают подсилосные конвейеры и устройства и самотечные трубы для выпуска зерна из силосов на конвейеры;
- 2-я – собственно силосы для размещения и хранения зерна;
- 3-я – надсилосная галерея, где располагают конвейеры для загрузки силосов.

Силосные корпуса возводят на монолитной железобетонной (безбалочной) фундаментной плите. Ее укладывают в подготовленный котлован по специальному щебеночно-бетонному основанию. Фундаментную плиту армируют в нижней и верхней частях сварными металлическими сетками-каркасами арматуры и бетонируют. Нижние и верхние сетки арматуры должны быть надежно защищены слоем бетона. Толщина фундаментной плиты обычно составляет 40-50 см. для увеличения опорной поверхности фундаментная плита несколько выступает за пределы периметра силосного корпуса. Фундаментная плита может быть и сборно-монолитной. В ней предусмотрены подколоники под железобетонные колонны с капителями, которые служат опорой для подсилосной плиты, выпускных воронок силосов. Шаг колонн зависит от размеров, формы и расположения силосов. Подсилосный этаж образуется из фундаментной и подсилосной плитами, колоннами и ограждающими стенами. Эти стены могут быть выполнены как из монолитного железобетона, так и из сборных элементов – специальных блоков, панелей и кирпича.

Для уменьшения удельных затрат на строительство высоту силосов выбирают максимально возможной, исходя из допустимых удельных давле-

ний на грунт. Обычно высота силосов составляет 25-30 м, а при строительстве элеваторов на скальном грунте или специальных свайных основаниях высоту силосов доводят до 40 м, а в отдельных случаях до 50 м и более.

Форма, размеры силосов и методы их возведения разнообразны. Круглые монолитные силосы чаще встречаются диаметром до 8 м (наиболее распространены 6 м), квадратные с размерами в плане 3,2×3,2 и 3,5×3,5 м. С 1960 года началось массовое строительство сборных силосных корпусов, а затем и полносборных элеваторов. Размеры их силосов обычно 3×3; 3,2×3,2; 4×4 м и диаметром 6 м. В последние годы идет строительство элеваторов большой вместимости (150 и более тыс. т диаметром 12 м и более) и они имеют ряд преимуществ. Так, силосы диаметром 12 м по сравнению с силосами с 3-6 м по расходу бетона, трудоемкости работ и стоимости строительства экономичнее до 20%. При строительстве силосов диаметром 18 м доходит до 40%. Следовательно, с экономической точки зрения внедрение железобетонных силосов большого диаметра выгодно.

Железобетонные силосы могут быть монолитной и сборной конструкции; вертикальные конструкции первых выполняют в скользящей опалубке.

В последние годы предпочтение дают строительству силосов с применением сборного железобетона, учитывая его достоинство по сравнению с монолитным способом. Метод возведения элеваторов существенно влияет на его конструкцию, компоновку и в ряде случаев на технологическую схему.

Скользящая опалубка значительно ускорило и удешевило процесс строительства по сравнению с применением стационарной опалубки. Резко снизило трудоемкость работ и расход лесоматериалов. Дальнейшее усовершенствование скользящей опалубки (применение инвентарной металлической опалубки, гидравлических домкратов) в еще большей степени увеличило достоинство этого метода строительства. Однако с появлением сборных конструкций силосов, а затем и рабочих башен этот метод строительства стал менее эффективным.

В большинстве случаев силосы возводятся на **подсилосной плите**. Подсилосная плита устраивается на колоннах, устанавливаемых на **фундаментной плите**. Колонны располагаются рядами в местах касания силосов таким образом, что каждый силос через подсилосную плиту опирается на четыре колонны. Пространство между фундаментной плитой и подсилосной, огражденное по внешним колоннам стенами (из кирпича или железобетонных панелей), **образует подсилосный этаж**.

В подсилосном этаже устанавливаются конвейеры (подсилосные) для разгрузки зерна из силосов с передачей его в башмак основных норий.

Монолитные силосы могут возводиться непосредственно на фундаментной плите. В этом случае в нижней части силосов устраивают проемы для окон, дверей, проходов и установки подсилосных конвейеров.

Силосы располагают, как правило, в ряд, но возможны и другие варианты расположения. Существуют элеваторы с различным расположением си-

лосов: с шахматным, с силосами, соединенными между собой простенками, отдельно стоящими силосами и др.

Число рядов силосов определяют, исходя из вместимости элеватора, размеров и формы строительной площадки, а также удобства увязки силосного корпуса с рабочим зданием. В зависимости от числа рядов силосов в корпусах элеваторов устанавливают необходимое число над- и подсилосных конвейеров. Обычно каждый конвейер обслуживает 2-3 ряда силосов. Корпуса с квадратными силосами имеют от 3 до 12 рядов силосов, а с круглыми – 3-6 рядов. Силосы большой вместимости располагаются в один ряд.

Для выпуска зерна днища силосов выполняют в виде конуса или пирамиды с отверстиями для присоединения самотечных труб. Минимальный угол наклона днищ принимают 36° , что обеспечивает нормальное истечение зерна средней сухости и засоренности.

Для силосов, предназначенных для хранения риса, а также для временного хранения сырого зерна, угол наклона увеличивают до 45° .

В круглых силосах для образования днища в нижней части делают забутку из тощего шлакобетона по подсилосной плите: поверхность откосов железнят. На многих элеваторах наклонные днища делают сборными из железобетонных плит по металлическим балкам.

Вместо устройства наклонных днищ силосы могут быть оборудованы специальными металлическими или железобетонными выпускными воронками (рис. 32). В верхней части силосы перекрывают надсилосной плитой с проемами для загрузочных люков и отверстиями для монтажа других конструкций. Плита может быть монолитной, сборной или сборно-монолитной. В последнем случае надсилосное перекрытие собирают из отдельных плит, которые превращают в монолит при помощи дополнительных арматурных сеток и бетона.

На плите, расположенной над силосом, возводят надсилосную галерею. Галереи могут быть железобетонными монолитными или сборными, а также металлическими с различными конструкциями кровельного перекрытия и заполнения ограждающих стен.

На железобетонных элеваторах старого типа надсилосные галереи выполняли из монолитного железобетона. На элеваторах с квадратными силосами галереи возводили вместе со стенами силосов в скользящей опалубке. В силосных корпусах с круглыми силосами галереи выполняли как самостоятельные одноэтажные, а на некоторых элеваторах – частично двухэтажные сооружения, возводимые на надсилосной плите из монолитного бетона в стационарной опалубке.

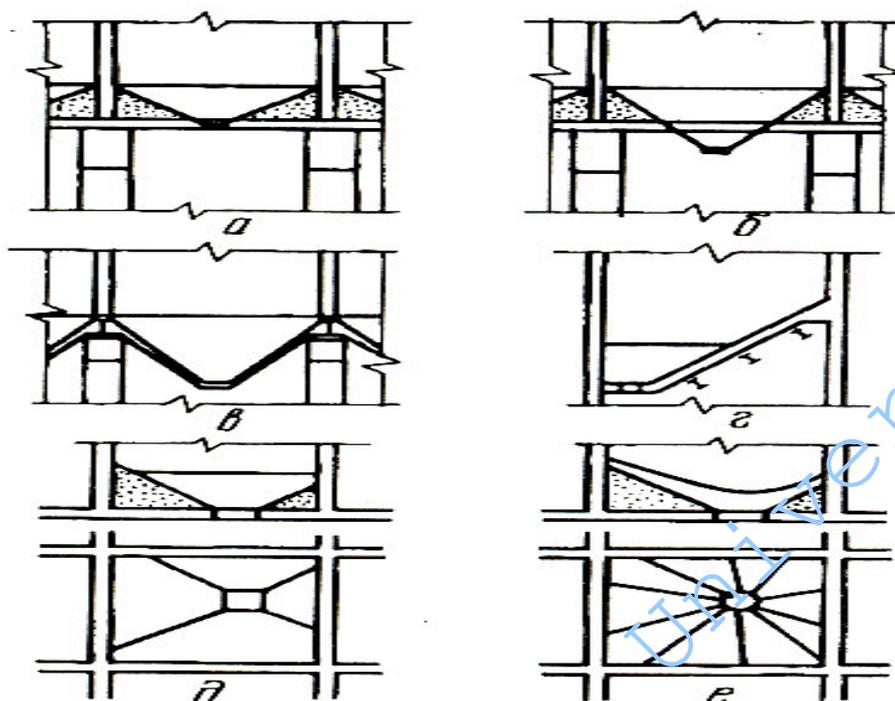


Рис. 32. Днища силосов:

а – с горизонтальной плитой и забуткой; б – с горизонтальной плитой, забуткой и стальной воронкой; в – с железобетонной воронкой; г – с наклонной плитой на балках; д – с горизонтальной плитой и забуткой пирамидальной формы; е – то же конической формы.

Для облегчения и ускорения работ по возведению надсилосных галерей их стали строить из сборного железобетона, а в отдельных случаях из металла.

Галереи выполняли из сборного железобетонного или металлического каркаса с заполнением ограждающих стен железобетонными панелями и блоками, кирпичом или волокнистыми асбоцементными листами усиленного профиля. Использование для галерей асбоцементных листов себя не оправдало из-за недостаточной прочности ограждений.

Кровельное перекрытие галереи делают из железобетонных плит, покрытие рубероидное на битумной мастике (Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Н.И. Малин).

Силосные корпуса из монолитного железобетона. Наиболее распространены корпуса с квадратными силосами, размером $3,2 \times 3,2$ м, высотой 25,4 м. Силосные корпуса трехрядные, по 12 силосов в каждом ряду. Размер силосного корпуса в плане $38,4 \times 9,6$ м, высота 31,57 м. Общая вместимость силосного корпуса 5500 т. На под- и надсилосном этаже установлено по одному конвейеру. В одном из силосных корпусов расположена зерносушилка производительностью 8 т/ч. В силосах крайнего ряда, расположенных у железнодорожных подъездных путей, в верхней части сделаны наклонные днища; на уровне нижней кромки днищ бункеров в стенах силосов сделаны

выпускные отверстия, через которые зерно поступает в отпускные трубы и в железнодорожные вагоны.

Конструкции подсилосного этажа (фундаментная плита, колонны с подколонниками и капителями, подсилосная плита) возведены в стационарной, а силосы – в скользящей опалубке, стены подсилосного этажа возведены из кирпича или из бетонных блоков. Надсилосные галереи – из монолитного железобетона в стационарной опалубке или из сборного железобетона. На подсилосном этаже и в надсилосной галерее установлено по два конвейера. Вместимость силосного корпуса 12 000 т. Размер корпуса в плане 36,8×18,2 м, высота 39,8 м. В дальнейшем были утверждены элеваторы с монолитными силосными корпусами вместимостью по 25 000 т. Силосный корпус – шестирядный, в каждом ряду по шесть силосов.

В 1965 г. были введены в действие силосные корпуса типа СКМ-6 (силосный корпус монолитный, диаметр силосов 6 м). Подсилосный этаж и надсилосная галерея сборные, фундаментная плита монолитная, с подколонниками. Колонны подсилосного этажа расположены в шахматном порядке по сетке 3×3 м.

Существует три типа указанных силосных корпусов:

1-й – СКМ-6-12 (вторая цифра показывает число круглых силосов), корпус трехрядный, с четырьмя силосами в каждом ряду, всего в корпусе 12 цилиндрических силосов диаметром 6 м и шесть звездочек, вместимость силосного корпуса 7700 т;

2-й – СКМ-6-18, корпус трехрядный, с шестью силосами в ряду, всего 18 цилиндрических силосов и 10 звездочек, вместимость силосного корпуса 11 700 т;

3-й – СКМ-6-24, корпус четырехрядный, в ряду по шесть силосов, всего 24 цилиндрических силоса и 15 звездочек, вместимость силосного корпуса 15 900 т (Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Н.И. Малин).

Силосный корпус монолитной конструкции СКМ-6 (рис 33). Силосы диаметром 6 м. Колонны, балки, плиты и стены подсилосного и надсилосного этажей – из сборного железобетона такие же, что и в сборных корпусах СКС-6. Фундаментная плита – монолитная или сборно-монолитная.

При проектировании силосных корпусов в нашей стране принята унификация объемно-планировочных решений, в частности:

- сетка разбивочных осей, проходящих через центры железобетонных облокированных в силосные корпуса, 3×3; 6×6; 9×9; 12×12;
- наружные диаметры силосов – 6, 9, 12, 18, 24 м;
- высоты стен силосов, подсилосных и надсилосных этажей кратны 0,6

м.

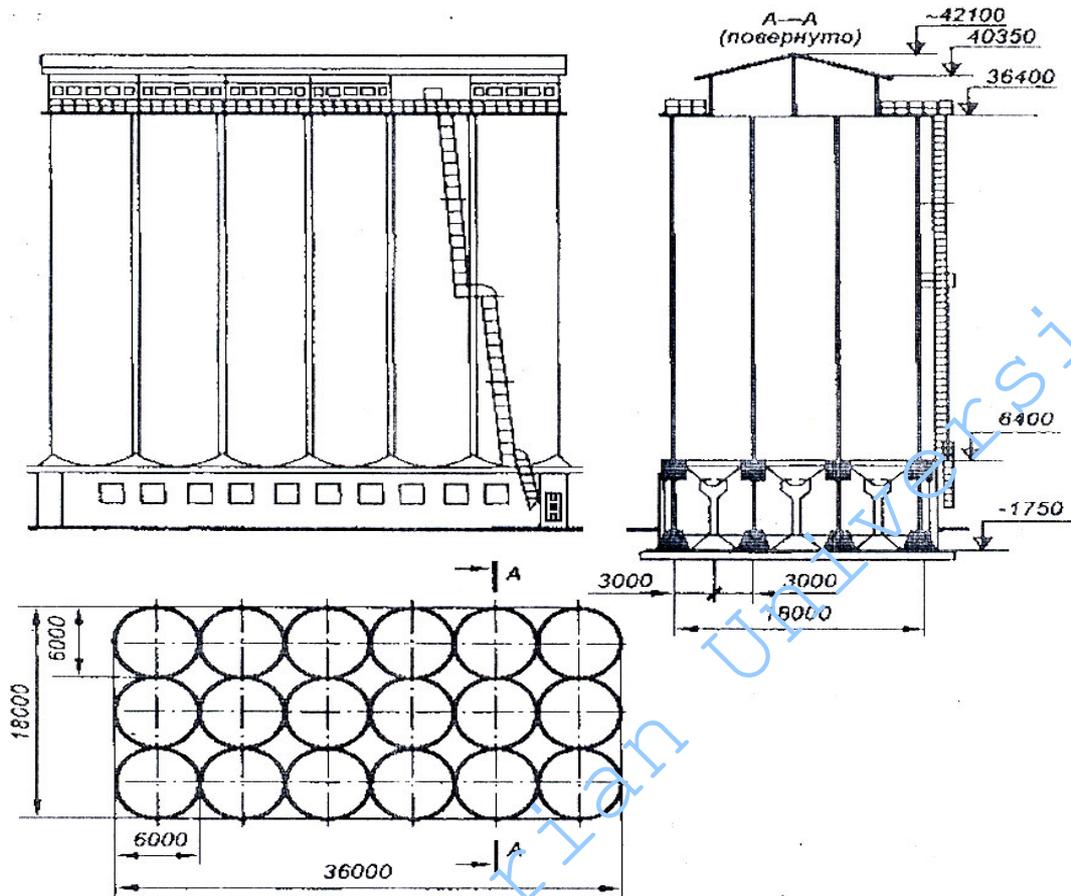


Рис. 33. Схема силосного корпуса СКМ из монолитных силосов диаметром 6 м.

Конструкции силосов больших диаметров в сборном исполнении разработана пока недостаточно, Практика показала, что сборность их трудно решается.

ЦНИИ Промзернопроект в 1970 г. Разработал несколько вариантов конструкций отдельно стоящих силосов диаметром 12 м и высотой 37 м. Во всех вариантах фундаменты приняты в виде сплошной круглой монолитной железобетонной плиты. Конструкции стен предложены из монолитного и сборного железобетона. Днище запроектировано в 3 вариантах (наклонное, плоское и вибрационное). Покрытие для всех вариантов силосов запроектировано в виде конусного купола.

Стены силосов

Стены из монолитного железобетона (рис. 34,а). Монолитные стены толщиной 240 мм возводят в скользящей опалубке, начиная от фундаментной плиты.

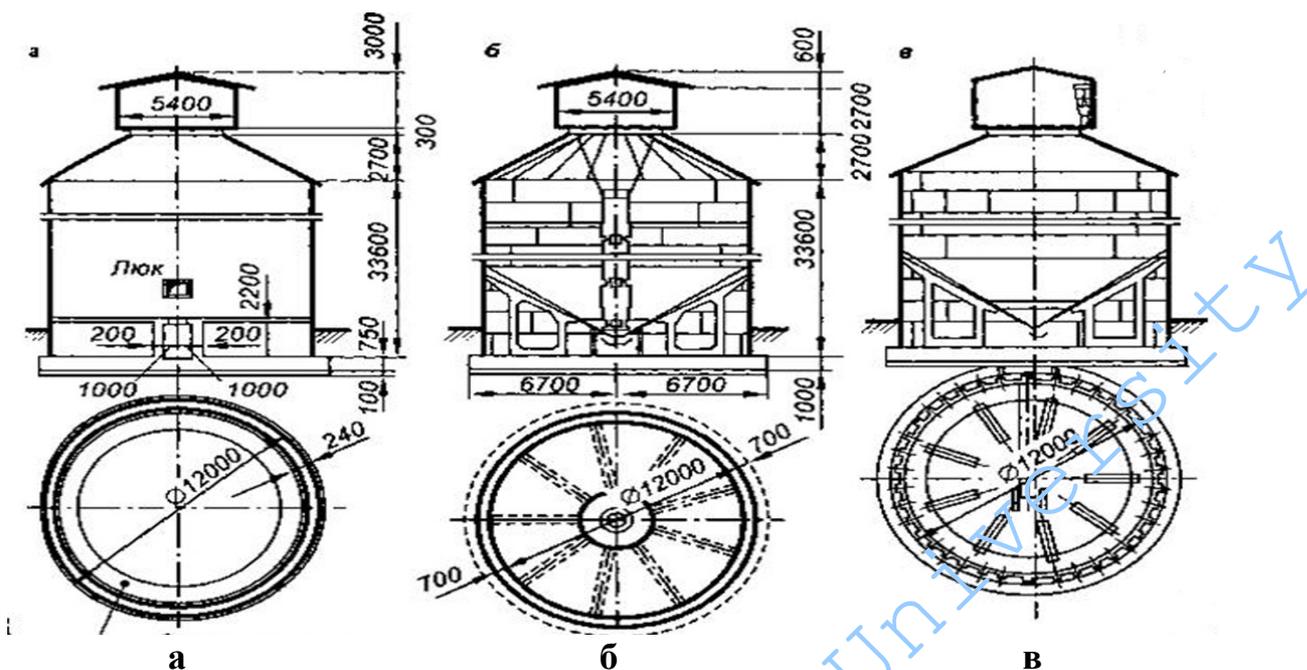


Рис. 34. Варианты конструкций железобетонных силосов диаметром 12 м.

а – силос с монолитными стенами; б – со стенами из сборных криволинейных элементов; в – со стенами из ребристых элементов.

В силосе без трубы стены армируют двойной арматурой из стержней диаметром 12-16 мм через 130 мм по высоте. В силосе с трубой арматура ставится с шагом 250 мм. Вертикальная арматура принята двойной, стержней диаметром 12 мм с шагом 300 мм, соединенных поперечными связями через один стержень. Бетон марки 200.

Монолитный силос может возводиться в унифицированной скользящей опалубке с металлическими или деревометаллическими щитами.

Пол и подмост – кольцевой конструкции. При подъеме используется сборно-разборная лестница.

При строительстве отдельно стоящих силосов один комплект опалубки можно использовать на одной стройплощадке до 10 раз, а скользящую опалубку разбирать и собирать крупными блоками с помощью башенного крана применяемого для подачи материалов. Также для подъема используют гидравлические домкраты.

Сборные железобетонные стены. Разработано 2 варианта сборных железобетонных стен силоса: из ребристых элементов с обычным армированием и из криволинейных предварительно напряженных (рис. 34,б). Длина элементов принята равной 1/6 периметра стен силоса (6,3 м), высота – 1,2 м.

Ребристый элемент имеет многогранную форму в плане, образуя при сборке 36-гранное кольцо. Высота горизонтального ребра – 350 мм, вертикального – 200, толщина стенки – 60 мм. Ребра расположены снаружи силоса, внутренняя поверхность гладкая. Бетон марки 300. Элементы армирова-

ны сварными каркасами и сетками. Основная рабочая арматура в горизонтальных ребрах принята из стержней диаметром 36 мм для варианта без разгрузочной трубы и 26 мм в случае ее применения. Стык элементов осуществляют при помощи ванной сварки выпускной арматуры.

Криволинейный предварительно напряженный элемент принят толщиной 150 мм. Бетон марки 300. Основная рабочая арматура из 10 стержней диаметром 12 мм напрягается при изготовлении элемента электротермическим методом.

Соединение криволинейных элементов в кольцо осуществляется при помощи болтов, устанавливаемых в смежные стыковые коробки. Могут быть и другие варианты сопряжений:

- при помощи ванной сварки выпусков арматуры;
- петлевым стыком;
- стыком с соединительными муфтами при выпуске арматуры с нарезкой.

При всех вариантах сборные элементы устанавливаются в стены с перевязкой вертикальных стыков (каждый стык вышерасположенного элемента сдвинут от нижнего на треть его длины).

Все вертикальные стыки замоноличивают бетоном марки 200 на мелком щебне. Горизонтальные швы заполняют цементным раствором марки 200. Для создания более надежных швов в верхней и нижней плоскостях элементов устроены пазы, заполняемые раствором шва.

Разгрузочную трубу при всех вариантах стен устанавливают после монтажа последних со сборкой из отдельных звеньев. До монтажа купола трубу временно раскрепляют к стенам силоса.

Днище силосов

Наклонное днище (рис. 34,б и в). На фундаментной плите радиально устанавливают 9 сборных железобетонных опор, представляющих собой рамы с наклонными верхними ригелями с консолью. Угол наклона ригеля – 36. По опорным рамам укладывают сборные железобетонные плиты трапециевидной формы толщиной 100 мм в нижней части и 300 мм – в верхней. По консолям рам монтируют стальные конусные воронки диаметром 3 м. Швы между плитами и стенами силоса замоноличивают цементным раствором. Выгружается зерно самотеком.

Плоское днище (рис. 35). Проходная конвейерная галерея устраивается над фундаментной плитой из монолитного железобетона.

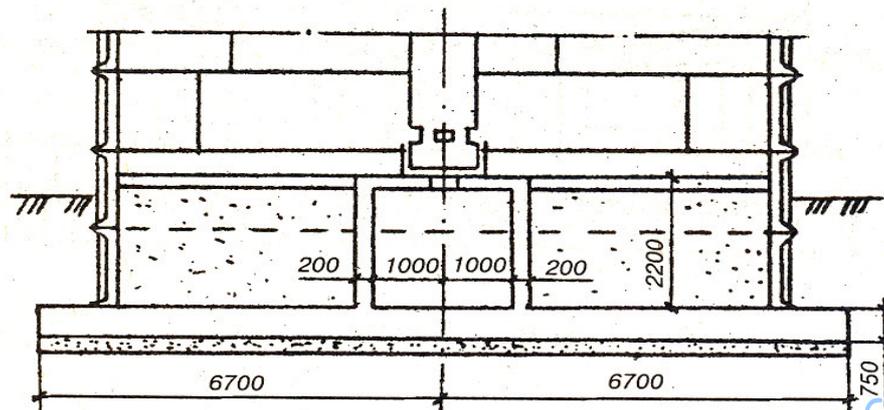


Рис. 35. Плоское днище

Выпуск зерна на конвейер осуществляется через центральную выпускную воронку, затем через 4 дополнительные воронки, расположенные по оси галереи. Остаток зерна (100-120 т) выгружают из силоса при помощи пневматического перегружателя. Проникновение в силос для работы со всасывающим соплом предусмотрено через лазовый люк в стене сооружения. Вместимость силоса при плоском днище наибольшая.

Вибрационное днище (рис. 36). На фундаментной плите устанавливает радиально 18 опор с наклоном верхнего ригеля в 8° . По ригелям укладывают металлические балки, по которым на пружинных опорах монтируют металлические щиты с закрепленными снизу съемными или стационарными вибраторами.

Основная масса зерна выпускается самотеком. Для удаления его остатков включают вибраторы, под действием которых зерно ссыпается в выпускную воронку.

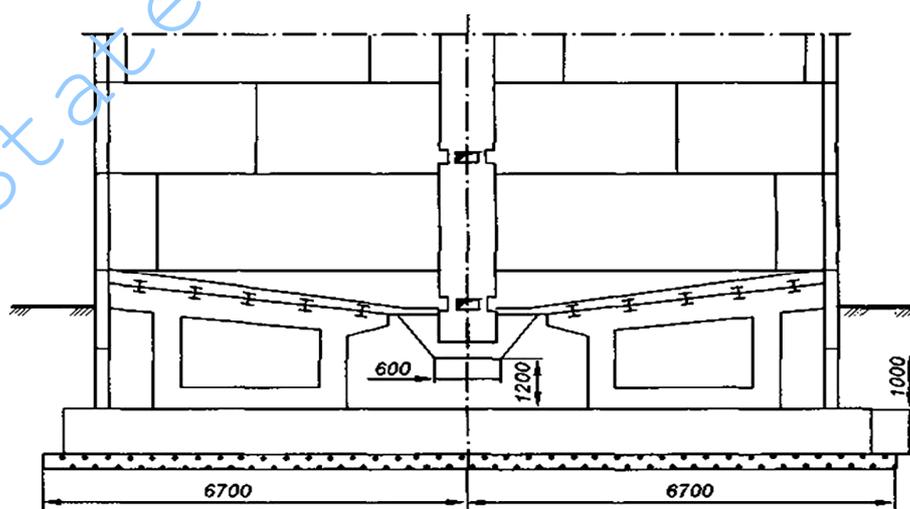


Рис.36. Вибрационное днище

Покрытие силосов. Покрытие для всех видов силосов запроектировано в виде конусного купола. Несущими конструкциями служат стальной каркас

из наклонных балок-стропил, а также нижнего и верхнего опорных колец. По наклонным балкам укладывают плоские сборные железобетонные плиты трапециевидной формы. Кровля – рулонная.

Разгрузочная труба. Для всех вариантов силосов разгрузочная труба одинакова. Диаметр ее – 1020 мм с толщиной стенок 5 мм. Через каждые 2,4 м по высоте предусмотрено по четыре отверстия, через которые зерно может стекать внутрь трубы.

Вверху труба подвешивается к конструкции купола, а внизу входит в разгрузочную воронку так, чтобы исключить возможность истечения зерна в воронку, минуя трубу.

Соединительная галерея. Для связи силосов друг с другом и с элеватором служат верхние конвейерные галереи. Несущие конструкции их – стальные пространственные фермы. Обшивка стен и кровли из асбестоцементных листов усиленного или унифицированного профиля, пол – из сборных железобетонных плит.

Силосы из панелей-оболочек диаметром 12 м

Харьковским ПромстройНИИПроектом и НИИЖБом разработан проект силосного корпуса с силосами каннелюрного типа диаметром 12 м (рис. 37).

Стены такого сооружения монтируют из колец-царг, каждое из которых собирают на специальном стенде из 24 предварительно напряженных панелей-оболочек размером 1,5×2,4 м и толщиной 40 мм. Они имеют форму цилиндрической оболочки, обращенной выпуклостью внутрь силоса и окаймленной вертикальными ребрами и горизонтальными диафрагмами.

В пазы диафрагм при укрупнительной сборке в царги укладывается кольцевая арматура из семипроволочных высокопрочных прядей, затем при помощи гидравлической установки арматура получает напряжение, а стыки замоноличиваются.

Такая конструкция обеспечивает наиболее рациональное использование материалов: панели-оболочки работают в основном на сжатие и армируются конструктивно; растягивающие усилия от давления зерна воспринимаются высокопрочной арматурой.

Вследствие всего этого расход бетона и стали минимален по сравнению с другими вариантами железобетонных силосов. По трудоемкости и стоимости они на уровне других прогрессивных решений. Применение этой конструкции ограничивается сложностью укрупнительной сборки на строительной площадке, потребностью по этой причине в специалистах высокой квалификации и монтажных кранах большой грузоподъемности (25 т) (Е.М. Вобликов, 2001).

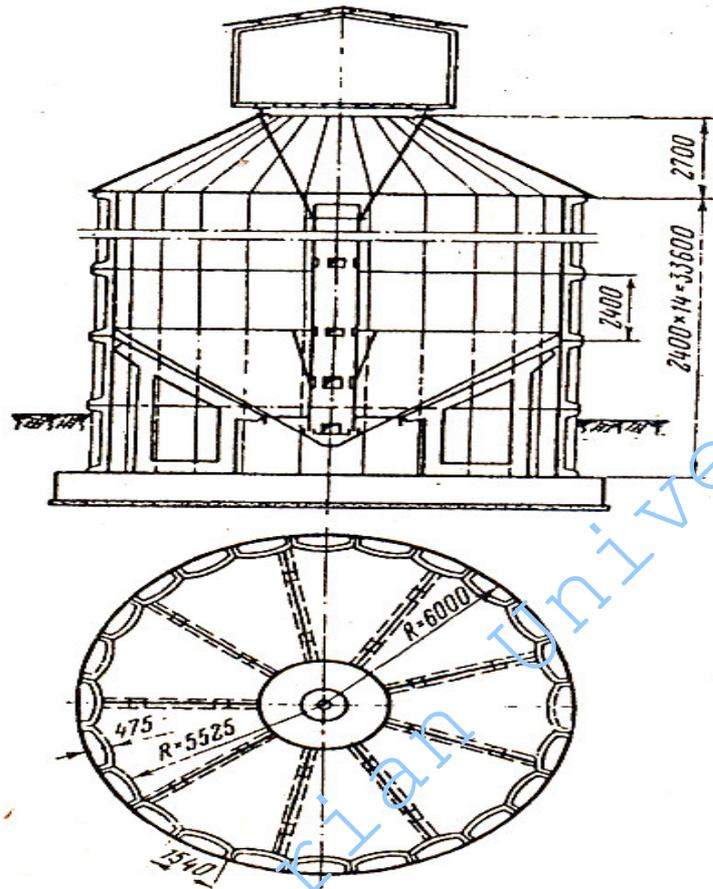


Рис. 37. Силос 12 м из предварительно напряженных панелей оболочек

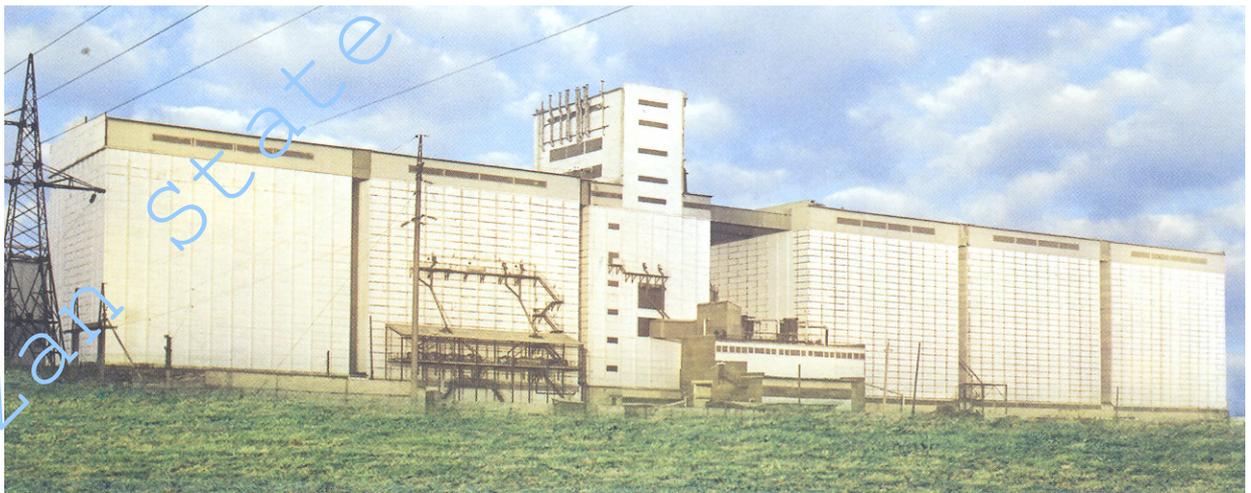


Рис. 38. Зерновой элеватор емкостью 140000 т.



Рис. 39. Зерновой элеватор емкостью 108000 т.

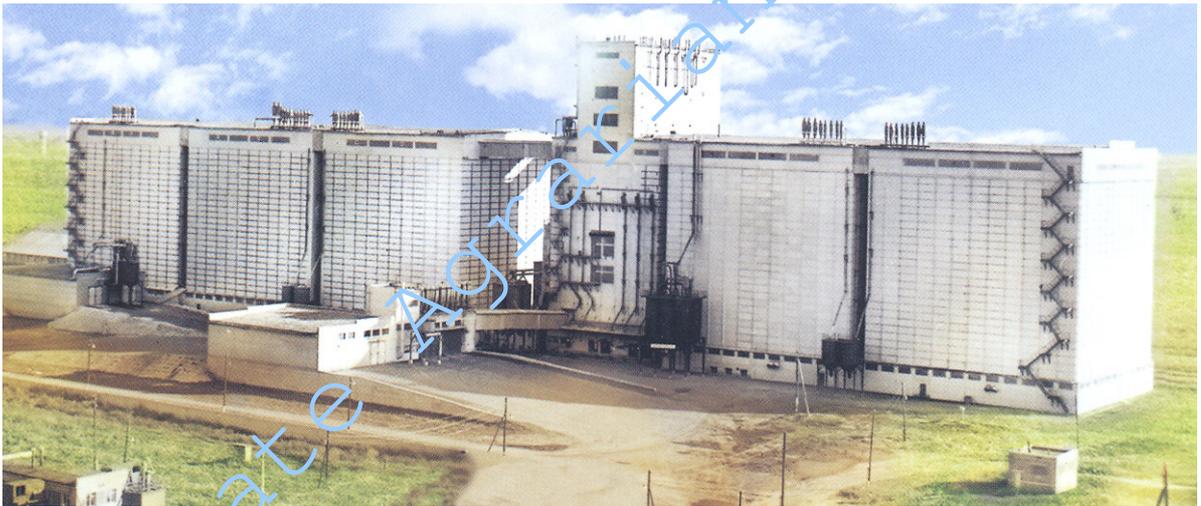


Рис. 40. Зерновой элеватор емкостью 125000 т.



Рис. 41. Зерновой элеватор емкостью 125000 т.



Рис. 42. Зерновой элеватор емкостью 81000 т.

Контрольные вопросы

1. Преимущества и недостатки металлических силосов по сравнению с железобетонными. 2. Методы возведения металлических силосов. 3. Формы, размеры металлических емкостей, материалы изготовления. 4. Особенности хранения зерна в металлических силосах. 5. Какие мероприятия предусматривают для снижения отрицательного влияния на сохранность зерна большого перепада суточных и сезонных температур? 6. Способы загрузки и выгрузки металлических силосов. 7. Вентилирование зерна в металлических силосах. Преимущества и недостатки железобетонных силосов большой вместимости. 9. Конструктивные решения железобетонных силосов 12 м. 10. Конструктивные решения силосов большой вместимости из сборного железобетона.

6. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СИЛОСЫ

Металлические силоса. Важным направлением в элеваторной промышленности признано строительство металлических силосов.

Применение металлических силосов дает много существенных преимуществ по сравнению с монолитными железобетонными силосами: возможность заводского изготовления конструкций, меньшую массу, простоту транспортирования, в том числе на большие расстояния, простоту и небольшую трудоемкость монтаж. Также возможность создания герметичных емкостей, что особенно для борьбы с вредителями зерна путем газации, а также для хранения зерна в среде инертного газа, позволяющего длительное время поддерживать хорошее состояние зерна. Для металлических силосов применяют сталь (обычно для небольших силосов). Однако эти силосы имеют недостатки:

- высокую теплопроводность стен и крыши;
- конденсацию влаги на внутренних стенах. Что вызывает потребность в устройстве теплоизоляции стен или организацию аэрации силоса;
- коррозию металла под воздействием определенных химических веществ из хранящейся массы;
- необходимость в периодической окраске;
- увеличенные горизонтальные давления на стенки силоса при выпуске зерна, вследствие минимального трения его о стенку.

При опорожнении необходимо поступление достаточного количества воздуха в силос, иначе возможно сжатие оболочки силоса за счет вакуума, образующего внутри нее.

Для обеспечения лучшей сохранности зерна признано необходимость проводить вентилирование силосов, а влажный воздух необходимо удалять из свободного пространства силоса (вентилятором) через специальные выходные решетки. Для предупреждения конденсации влаги на металлических стенках и самосогревания зерна, прилегающего к ним, наружные стенки силосов покрывают алюминиевым составом, отражающим солнечные лучи, благодаря чему их нагрев минимален. Для этой же цели стенки силосов делают в отдельных случаях двойными, заполняя пространство между ними теплоизоляционным материалом.

Проектные предложения

В настоящее время разработано несколько проектных предложений по металлическим силосам. В качестве основной принята цилиндрическая форма силосов.

Оптимальной высотой принято считать такую, при которой нагрузка на пол от толщины зерна не превышает несущей способности грунта, обычно равной $1-1,5 \text{ кг/см}^2$, что соответствует высоте до кровли 15-20 м. Обеспечение устойчивости – один из определяющих фактор при проектировании металлических силосов, от которого зависит расход материалов.

Рассмотрим некоторые проектные предложения.

Проектное предложение Джамбульского технологического института легкой и пищевой промышленности. Металлический силос может быть использован как для привязки к существующим элеваторам или СОБ, так и для создания самостоятельного элеватора, Силос запроектирован с конусным днищем и установками для активного вентилирования зерна.

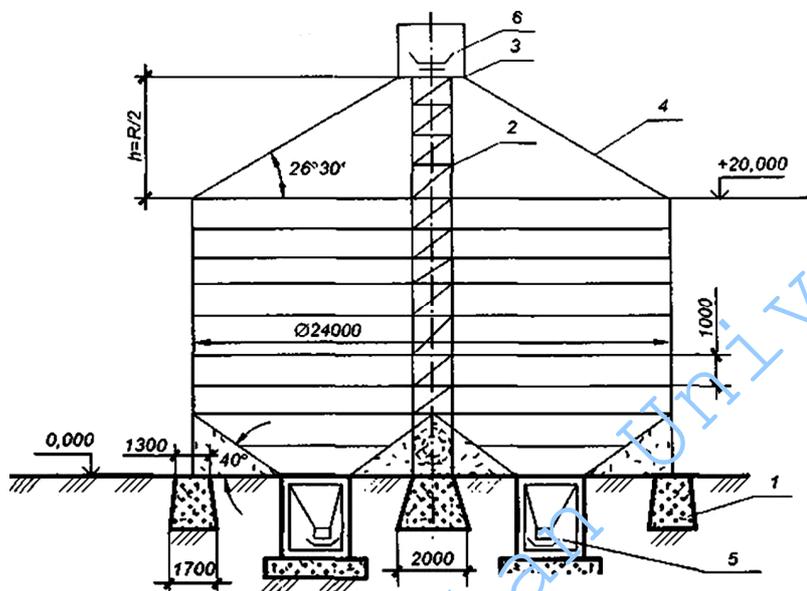


Рис. 43. Проектное предложение Джамбульского технологического института легкой и пищевой промышленности:

1 – фундамент кольцевой трапециевидального сечения; 2 – центральная решетчатая стойка из / 500 × 50 × 50 (сеч. 1 × 1 м); 3 – зонт; 4 – висячая кровля; 5 – нижняя галерея; 6 – навес над загрузочным механизмом.

Представленный на рис. 43 силос имеет следующие характеристики:

- объем – 9049 м³;
- емкость цилиндрической части – 6787 т;
- емкость верхней конической части – 615 т;
- общая емкость (Е) – 7402 т

Силос изготовлен из стальных колец высотой 1 м на сварке. Толщина стенок колец точно определена и меняется в зависимости от номера кольца.

На рис. 44, а представлена аналогичная конструкция силоса, но с днищем из сборного железобетона.

Конструкция кровли силоса шатровая висячая бескаркасная, опирающаяся на центральную стойку, оканчивающуюся вверху зонтом, к которому крепятся листы кровли и на который опирается галерея или конвейер.

Покрытие кровли (лист толщиной 2 мм) работает на растяжение и, как показывает расчет, имеет 3,7-кратный запас прочности.

Фундаменты из монолитного железобетона или свайные предусматривается устраивать только под стенками и центральной стойкой. Удельная стоимость и удельный расход стали для емкостей диаметром более 18 м практически постоянные. При этом удельный расход стали в них на 20–30% меньше, чем в железобетонных силосных корпусах элеваторов.

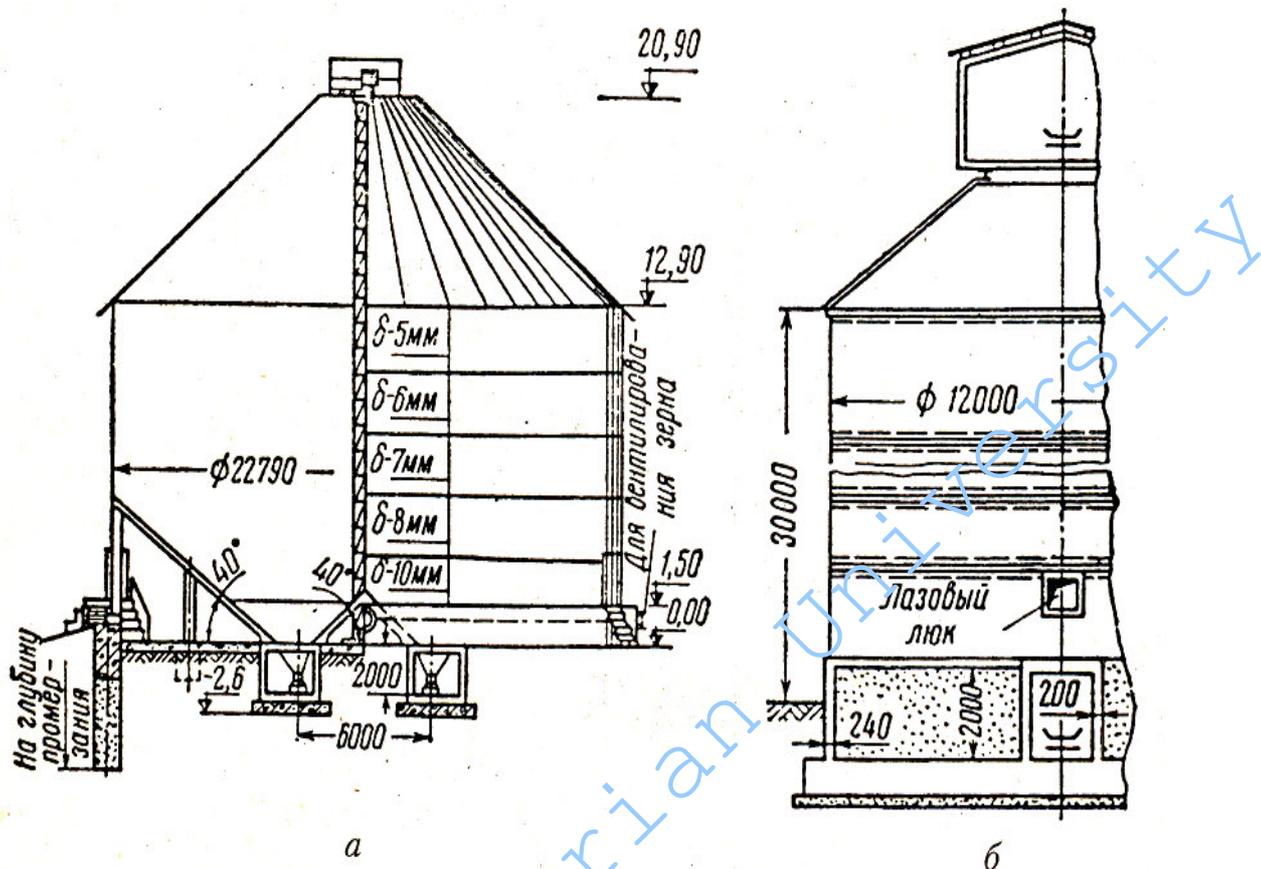


Рис. 44. Стальные цилиндрические силосы:

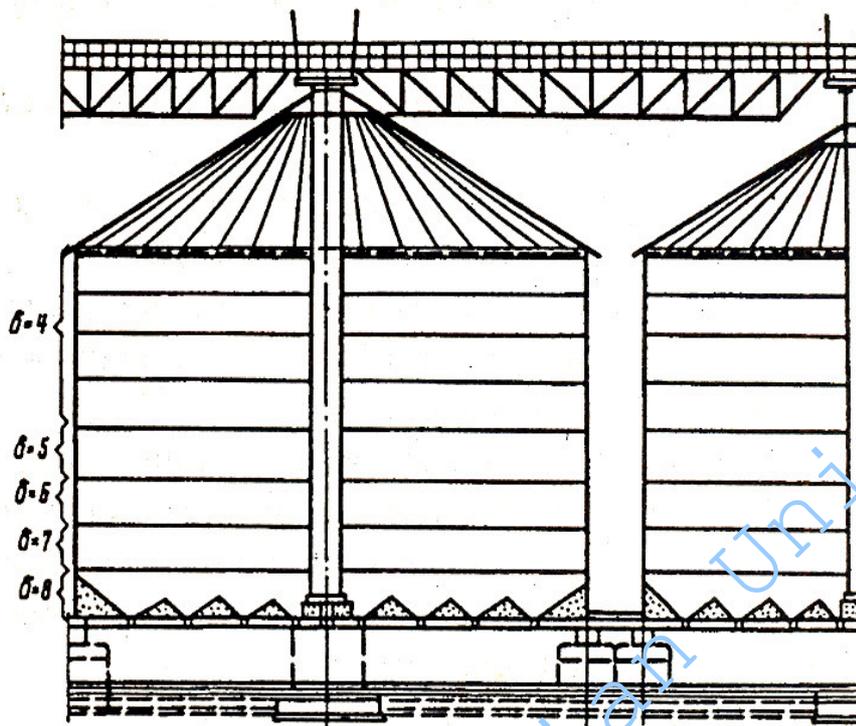
а – проектное предложение Джамбульского технологического института легкой и пищевой промышленности; б – проектное предложение ЦНИИ Промзернопроекта.

Исследования показали, что выгоднейшими параметрами таких стальных емкостей являются: диаметр 18 м и более (24, 30, 36 м), высота стены – 10-18 м.

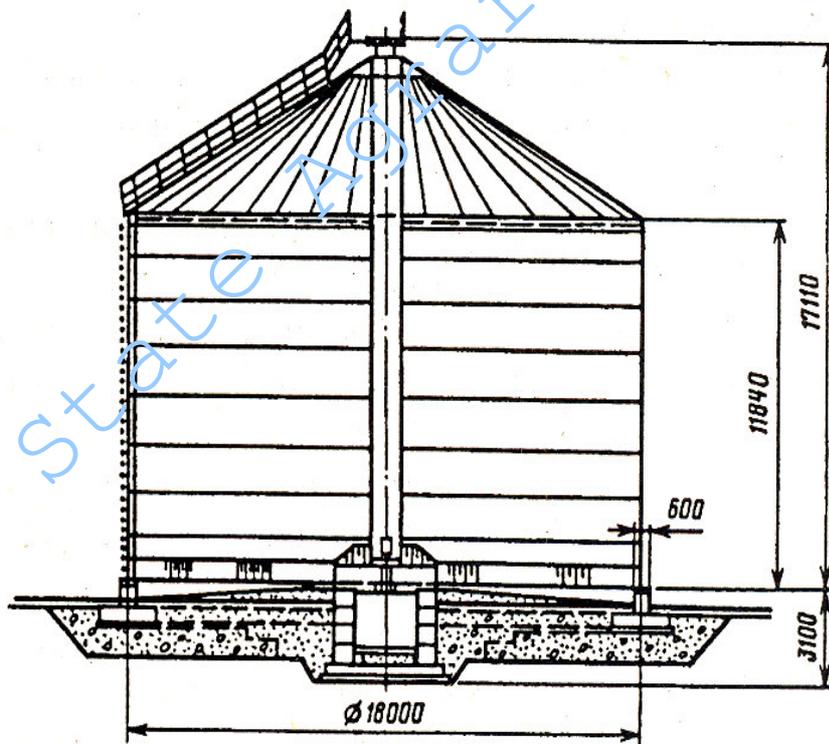
Металлические силосы, возводимые методом рулонирования
(рис. 45 и 46, навивки (рис. 47 и 48).

В настоящее время в нашей стране получили наибольшее распространение силосы, возводимые методом рулонирования и методом навивки.

Методом рулонирования возводят отдельно стоящие силосы диаметром 15,2 и 18 м. Надземная часть решена в виде металлической оболочки с центральной трубчатой стойкой и конической кровлей, опирающейся на них. Для загрузки силоса используют надсилосные конвейерные галереи. Выгружают зерно самотеком на конвейеры в подсилосной подземной галерее, а его остатки – с помощью аэрожелобов через люки, расположенные в перекрытии тоннеля. Фундамент силоса состоит из двух железобетонных полуколец. Стены подсилосной галереи выполнены из бетонных блоков, перекрытие – монолитная железобетонная плита.



a



b

Рис. 45. Металлический силос диаметром 18 м, возводимый методом ролонирования:

a – продольное сечение; б – поперечное сечение силоса

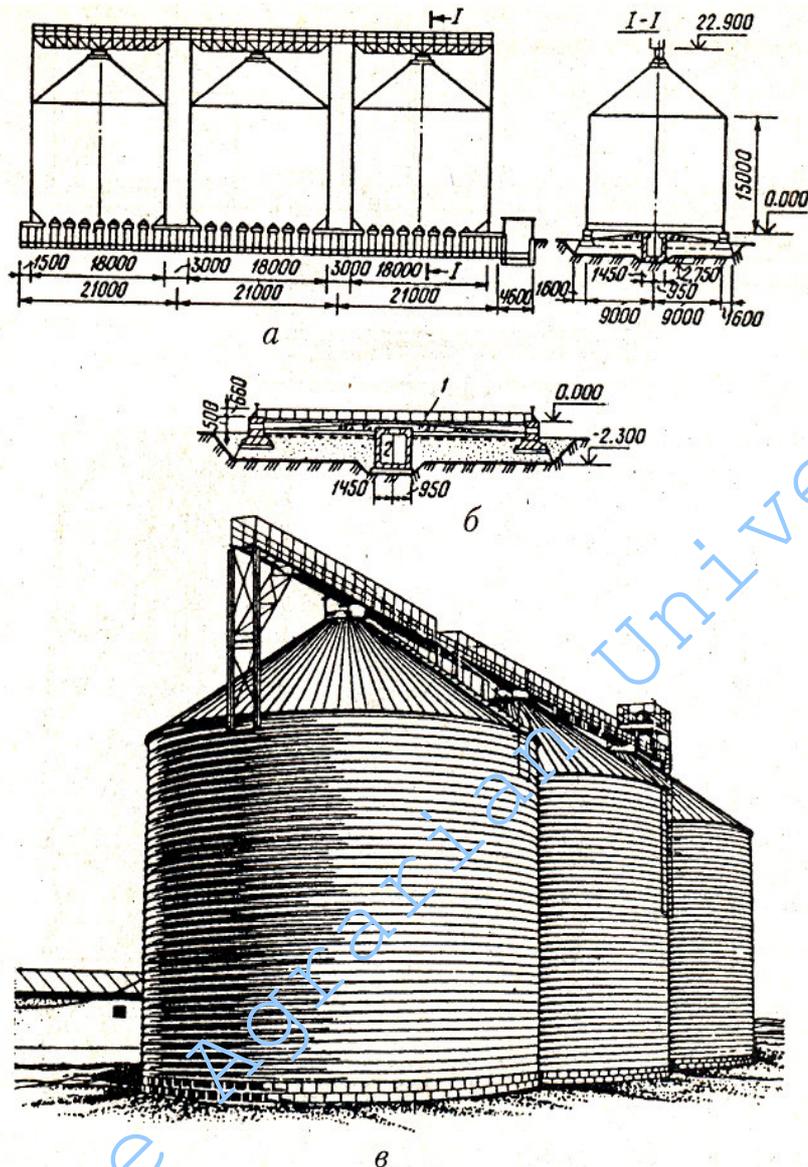


Рис. 47. Металлические силосы, возводимые методом навивки:
 а – продольный и поперечный разрезы; б – конструкция днища; в – общий вид силосов; 1 – сборные железобетонные плиты; 2 – объемный элемент конвейерной галереи.

Применяют следующую последовательность работ: разметка кольца днища на фундаментном основании силоса, устройство бетонных рассекателей, укладка шпал в каналы аэрожелобов до уровня верхней фундаментной плиты, накатывание рулона-стенки на основание резервуара, подъем его с помощью крана в вертикальное положение, установка монтажной стойки, развертывание с помощью трактора рулона-стенки и установка щитов покрытия, устройство конусной части бетонных рассекателей, монтаж транспортного, технологического и электротехнического оборудования.

Установку силоса производит бригада из 5-7 человек, а максимальное число рабочих, занятых на строительстве всего комплекса, – 20-25 человек.

Комплекс из 4 силосов может быть сооружен за 3-4 месяца. Капитальные вложения из расчета на 1 т емкости ниже нормативных для железобетонных элеваторов.

Есть два типовых проекта для силосов:

1. $\text{Ø}15,2$; $h = 12$ м, $E = 1800$ м.
 2. $\text{Ø}18$ м; $h = 11,9$ м; $E = 2500$ м,
- где h - высота силоса.

В последние годы во многих странах и у нас в стране получают распространение металлические силосы, возводимые методом наливки. Суть метода заключается в формировании силосов из спиральной стальной ленты с соединением кромок путем загиба и запрессовывания в фальцевое соединение. Специальные машины отгибают кромки листов, а затем формируют фальцевое соединение, пропуская через систему парных валков.

Толщина стены – 2-4 мм. Стальная лента, проходя через профилирующую машину, стыкуется с соседней по высоте, образуя спиральные выступающие ребра. Ленту рулонов в ходе наливки соединяют сваркой встык.

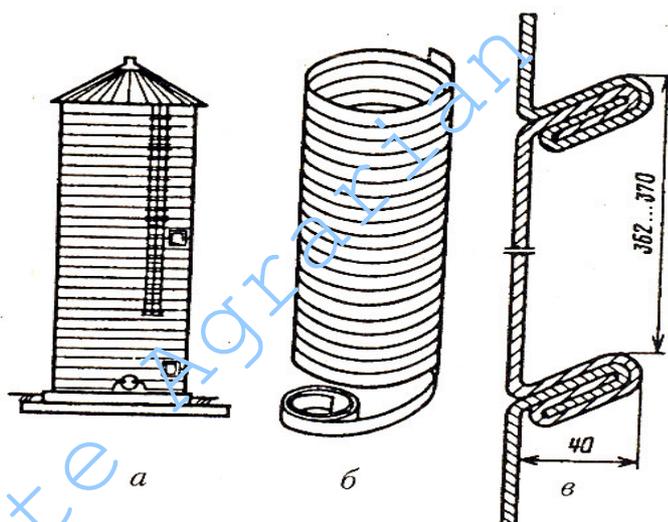


Рис. 48. Металлический силос диаметром 18 м, возводимый методом наливки:

a – общий вид, *б* – схема наливки, *в* – узел сопряжения металлических лент с колпаком, имеющим диаметр 2 м и выполняемым из листовой стали.

Спиральные ребра повышают устойчивость стены, Кроме того, в нижней части силосов для обеспечения устойчивости стен устанавливают вертикальные стойки.

Верхние конвейерные галереи устанавливают на плоские металлические опоры, опирающиеся на стены силоса, усиленные в этих местах вертикальными стойками.

Строительство металлических силосов осуществляется, как правило, группами по 3-5 и более человек. Они привязываются к действующим или строящимся рабочим башням.

В практике строительства применяют типовой проект силоса с характеристиками: $\text{Ø} 18 \text{ м}$, $h = 15 \text{ м}$, $E = 3,0 \text{ тыс.т.}$ (Е.М. Вобликов, 2001).

6.1. Монтаж металлического силоса

Корпорация севкавэлеваторспецстрой строит металлические силоса. Далее приведены способы их возведения.



Рис. 49. Армирование прохода под фундаментной плитой металлического силоса емкостью 3000 тонн

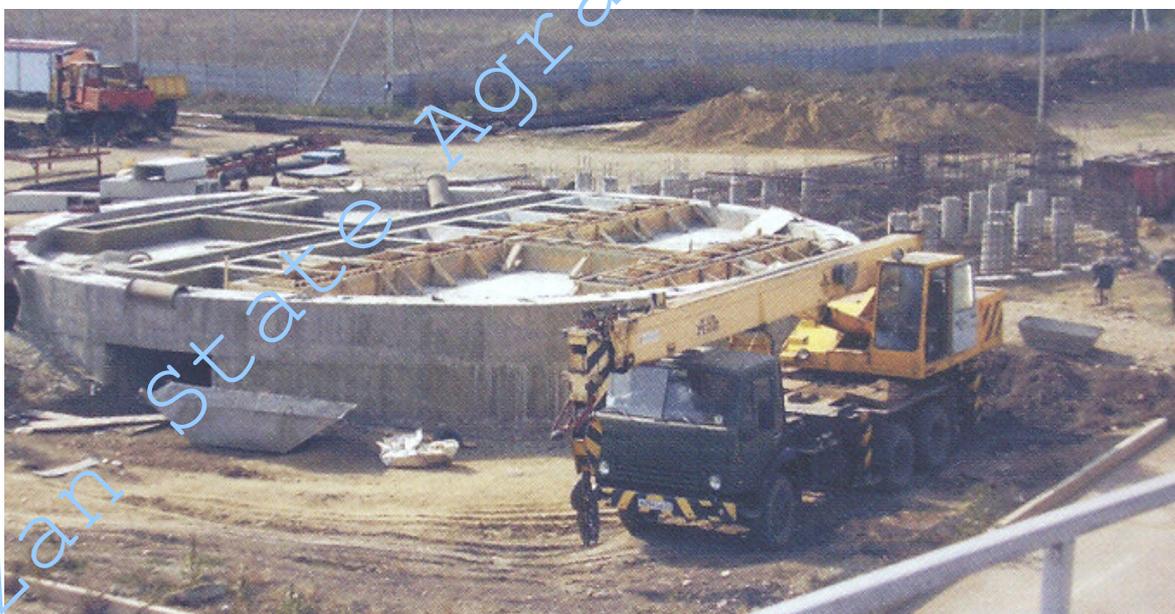


Рис. 50. Фундаментная плита под металлический силос вместимостью 3000 тонн

На готовой железобетонной плите собирается кольцо 1-го ряда. Затем на первом кольце монтируются металлоконструкции кровли силоса. Устанавливаются специальные ручные лебедки, которыми ведется подъем силоса. Одновременно монтируются металлоконструкции опор под настилочный мост и сам мост. Далее подъем силоса производится с заранее смонтиро-

ванном мостом над силосом. После подъема силоса производится установка его по осям и закрепление стоек силоса к фундаментной плите.



Рис. 51. Подъем силоса 3000 тонн с помощью ручных лебедок грузоподъемностью 5 тонн каждая



Рис. 52. Строительство элеватора вместимостью 30000 тонн в составе 10 силосов вместимостью 3000 тонн каждый с отгрузкой зерна на воду. Силосы с плоским днищем

Силосы с плоским днищем располагаются на бетонном основании с применением свайных фундаментов или на щебеночной подушке в зависимости от геологических условий.

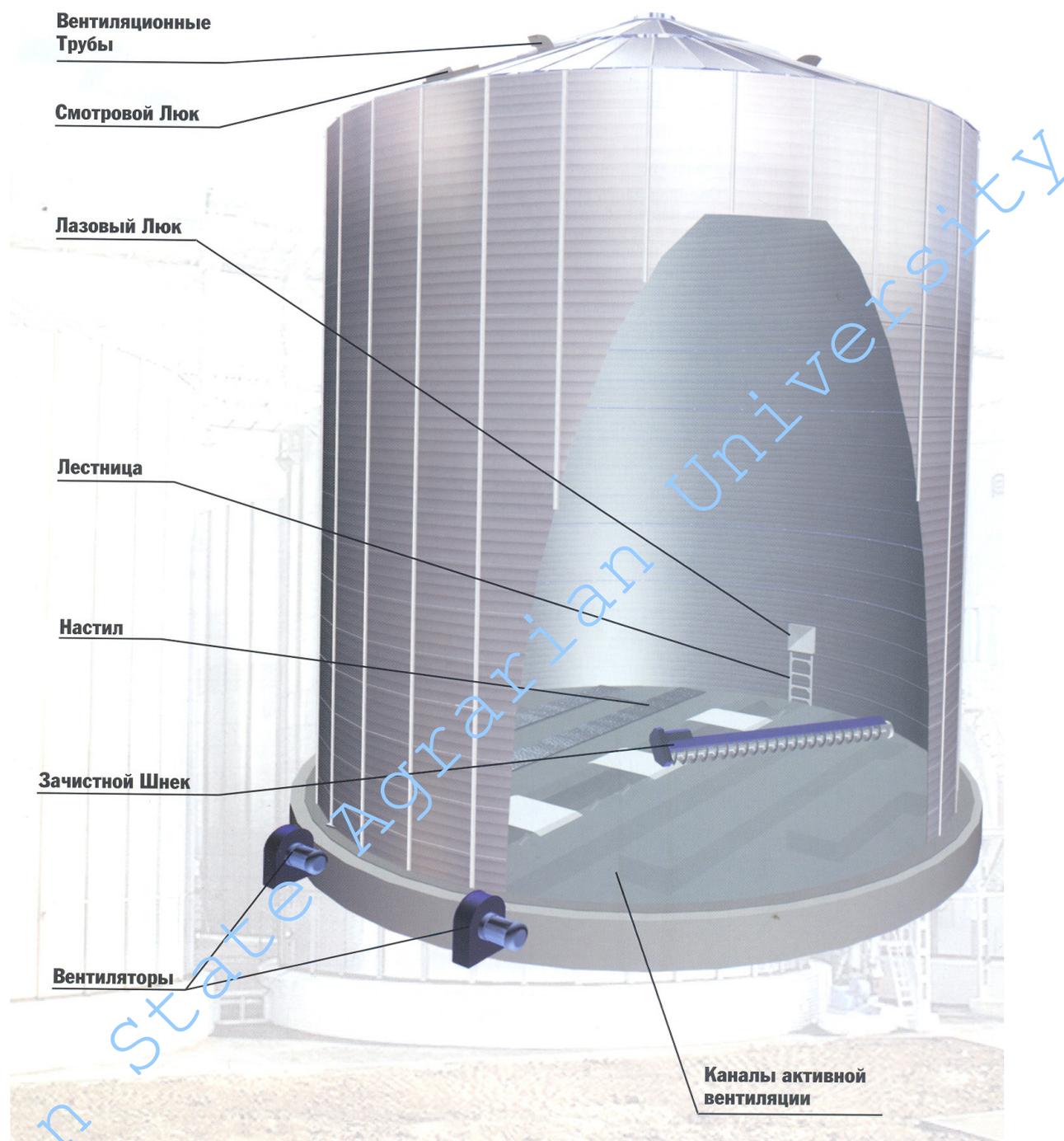


Рис. 53. Силосы плоским дном

Выгрузка силосов с плоским днищем допускается только через центральную воронку. Открытие дополнительных воронок возможно только после полного истечения продукта через центральное отверстие. Категорически запрещается открывать при загруженном силосе какие-либо технологические отверстия в его корпусе (люки, двери, и т.д.).

Таблица 2

Модельный ряд стандартных силосов с плоским днищем производства Корпорации «СКЭСС»

Серия	Наименование	Диаметр (м)	Высота цилиндра (м)	Высота силоса (м)	Объем силоса (м ³)	Вместимость (т)
СПД 500	СПД 9/7	8,606	7,2	9,2	454,5	361
	СПД 9/8		8,2	10,2	513,6	408
	СПД 9/9		9,2	11,2	572,7	455
	СПД 9/10		10,2	12,2	631,8	502
СПД 1000	СПД 12/6	12,05	6,2	9,5	802,8	638
	СПД 12/7		7,2	10,5	918,6	730
	СПД 12/8		8,2	11,5	1034,4	822
	СПД 12/9		9,2	12,5	1150,2	914
	СПД 12/10		10,2	13,5	1266	1006
	СПД 12/11		11,21	14,5	1381,8	1099
СПД 1500	СПД 12/12	12,05	12,22	15,5	1497,6	1191
	СПД 12/13		13,23	16,5	1613,4	1283
	СПД 12/14		14,25	17,5	1729,2	1375
	СПД 12/15		15,25	18,5	1845	1467
	СПД 12/16		16,3	19,5	1961	1559
СПД 3000	СПД 16/9	16,38	10,09	14,93	2448,7	1947
	СПД 16/10		11,21	16,05	2684,6	2134
	СПД 16/11		12,33	17,17	2920,5	2322
	СПД 16/12		13,45	18,29	3156,4	2509
	СПД 16/13		14,57	19,41	3392,3	2697
	СПД 16/14		15,7	20,53	3628,2	2884
	СПД 16/15		16,81	21,65	3864,1	2072
	СПД 16/16		17,93	22,77	4100	3260
СПД 5000	СПД 20/9	20,01	10,93	16	3781	3006
	СПД 20/10		11,23	21,65	4133	3285
	СПД 20/11		12,35	18,23	4484	3565
	СПД 20/12		13,47	19,35	4835	3844
	СПД 20/13		14,58	20,47	5187	4124
	СПД 20/14		15,7	21,59	5538	4403
	СПД 20/15		16,82	22,7	5890	4682
	СПД 20/16		17,94	23,82	6241	4962

Зачистные шнеки. Шнек зачистной применяется на предприятиях системы хлебопродуктов, для выгрузки зерна и продуктов его переработки из металлических силосов с плоским днищем. Зачистные шнеки включают в работу для разгрузки остатков зерна после основной выгрузки при помощи

воронок в днище силоса. двигаясь по кругу, внутри силоса, шнек транспортирует зерно к центральной воронке.

Зачистной шнек состоит из следующих частей:

- шнек, образованный спиральной поверхностью из цельнотянутой стальной ленты, приваренной к трубчатому валу;
- механизм кругового движения шнека, особенностью которого является автоматическая остановка кругового движения шнека при столкновении с определенным количеством продукта и также автоматическое продолжение такого движения при выгрузке данного количества продукта;
- механизм вращения самого шнека;
- защитный кожух;
- корпус.

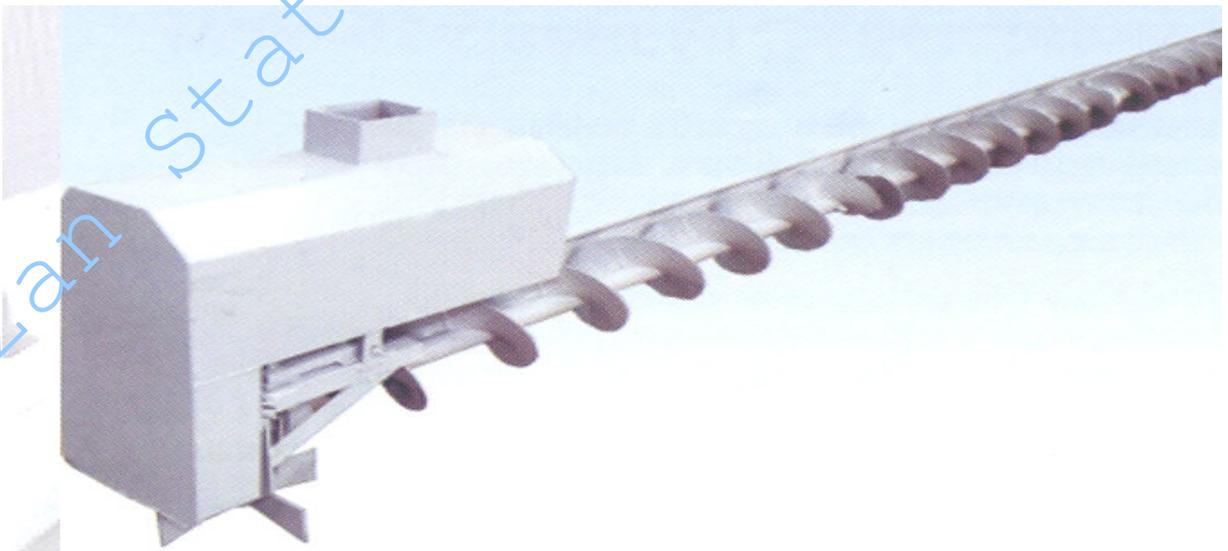
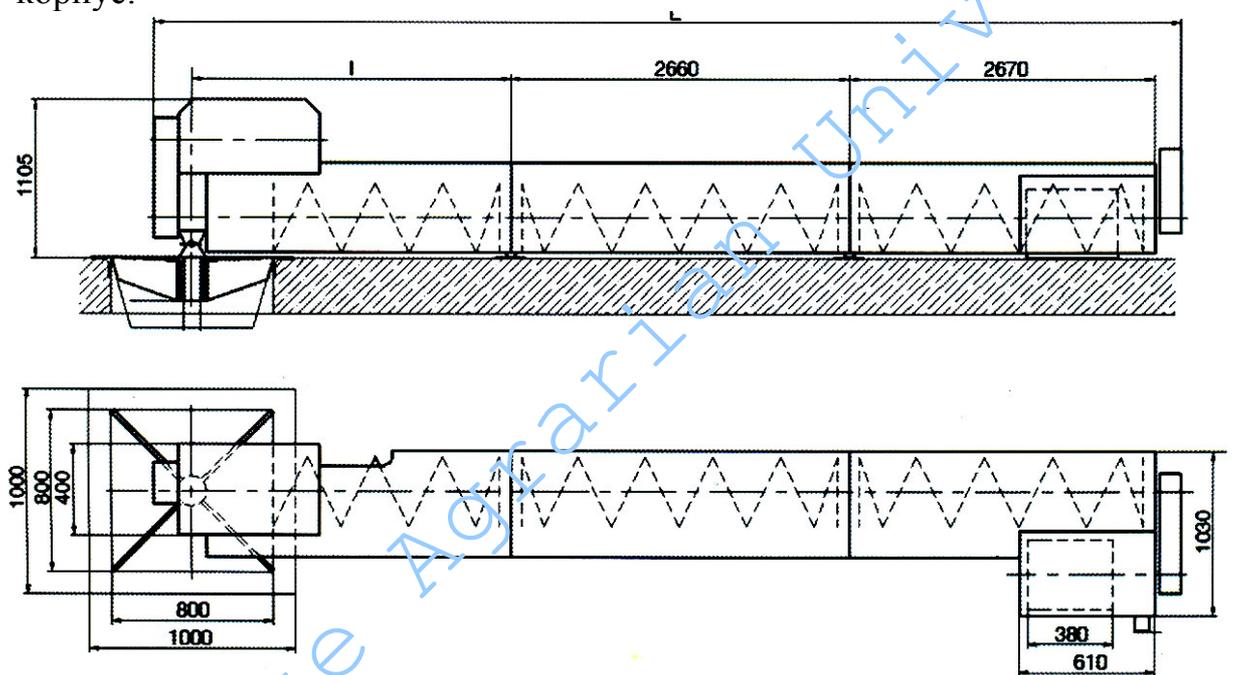


Рис. 54. Зачистной шнек.

Зачистной шнек устанавливается в центральной части силоса и полностью охватывает днище емкости по диаметру. Вращение шнека осуществляется от мотор – редуктора. Производительность выпускаемых шнеков 50 и 70 т/ч.

Таблица 3

Технические характеристики зачистных шнеков

Технические характеристики	ШЗ-9	ШЗ-12	ШЗ-16	СТО-ШЗ-5000-00	ШЗ-20
Диаметр винта шнека, мм	250	250	250	320	320
Длина шнека, мм	4500	6170	8000	8350	9630
Мощность привода, кВт	3,0	4,0	5,5	7,5	7,5
Масса, кг	250	990	1100	1380	1650

6.2. Силосы с конусным днищем

Силосы с конусным днищем располагаются на металлических опорах и имеют конусную выгрузную воронку. Опоры расположены на бетонном фундаменте, на свайном основании.

Конструкция кровли и цилиндрической части силоса с конусным днищем аналогична конструкции силоса с плоским днищем. Опорная часть представляет собой стальную конструкцию несущую нагрузку от самого силоса и содержащегося в нем продукта. Конструкция опорной части собирается на высокопрочных болтах с минимальным применением сварки. Воронка выполняется из стальных листов соединенных болтами. Угол наклона воронки 45°. Для трудносыпучих продуктов (шрот) применяются воронки с углом наклона 60°.



Рис. 55. Угол наклона 45°.

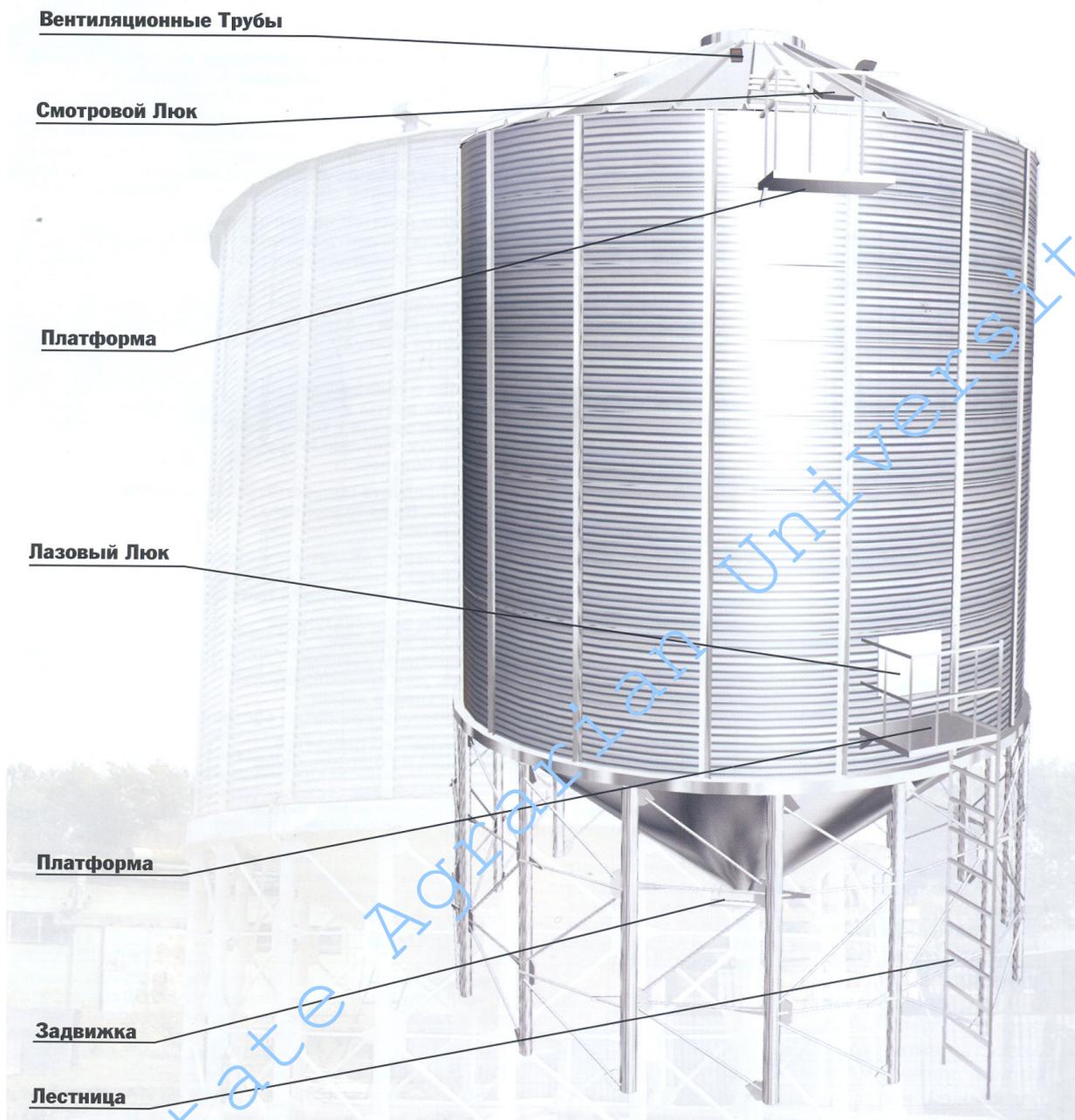


Рис. 56. Силосы с конусным днищем



Рис. 57. Угол наклона 60°.

Таблица 4
Модельный ряд стандартных силосов с конусным дном производства Корпорации «СКЭСС»

Тип	Наименование	Угол наклона воронки	Диаметр (м)	Высота цилиндра (м)	Высота силоса (м)	Объем силоса (м)	Вместимость (т)
СКД 100	СКД 5/4-45	45	5,16	4,15	9,15	113	90
	СКД 5/5-45			5,2	10,2	134	107
	СКД 5/6-45			6,2	11,2	155	124
	СКД 5/7-45			7,2	12,2	177	141
СКД 150	СКД 6/4-45	45	6,02	4,15	9,75	160	127
	СКД 6/5-45			5,2	10,8	189	150
	СКД 6/6-45			6,2	11,8	218	173
	СКД 6/7-45			7,2	12,8	247	196
СКД 200	СКД 7/6-45	45	6,9	5,04	11,87	252	201
	СКД 7/5-45			6,12	12,95	290	231
	СКД 7/6-45			7,2	14,03	328	261
	СКД 7/7-60	60		7,2	15,11	360	287
	СКД 7/8-60			8,28	16,19	398	316
СКД 500	СКД 9/5-45	45	8,61	5,2	12,52	421	335
	СКД 9/6-45			6,2	13,52	480	382
	СКД 9/7-45			7,2	14,52	539	429
	СКД 9/8-45			8,2	15,52	598	476
	СКД 9/9-45			9,2	16,52	657	523
	СКД 9/6-60			60	6,2	16,44	553
	СКД 9/7-60	7,2			17,44	612	487
	СКД 9/8-60	8,2			18,44	671	533
	СКД 9/9-60			9,2	19,44	730	580

Типовой зернокомплекс

Основные элементы типового зернокомплекса: завальные ямы, рабочая башня с бункерами отходов, блок буферных силосов, зерносушилки, силосный корпус в составе силосов с плоским дном, экспедиторский силос.

Зерноочистительные комплексы «СмартГрейн» варьируются по производительности, объему хранения, сложности технологической схемы и могут представлять собой как масштабные сооружения элеваторного типа с разветвленной технологической схемой и большим объемом хранения, так и относительно небольшие по размерам и производительности зернокомплексы, являющиеся современной альтернативой устаревшим комплексам типа ЗАВ.

Технология, разработанная компанией «SmartGrain», предусматривает непрерывный (нецикличный) принцип работы зернокомплекса, обеспечивая более эффективную загрузку оборудования, снижение простоев, уменьшение энергозатрат, повышая тем самым экономическую эффективность производства

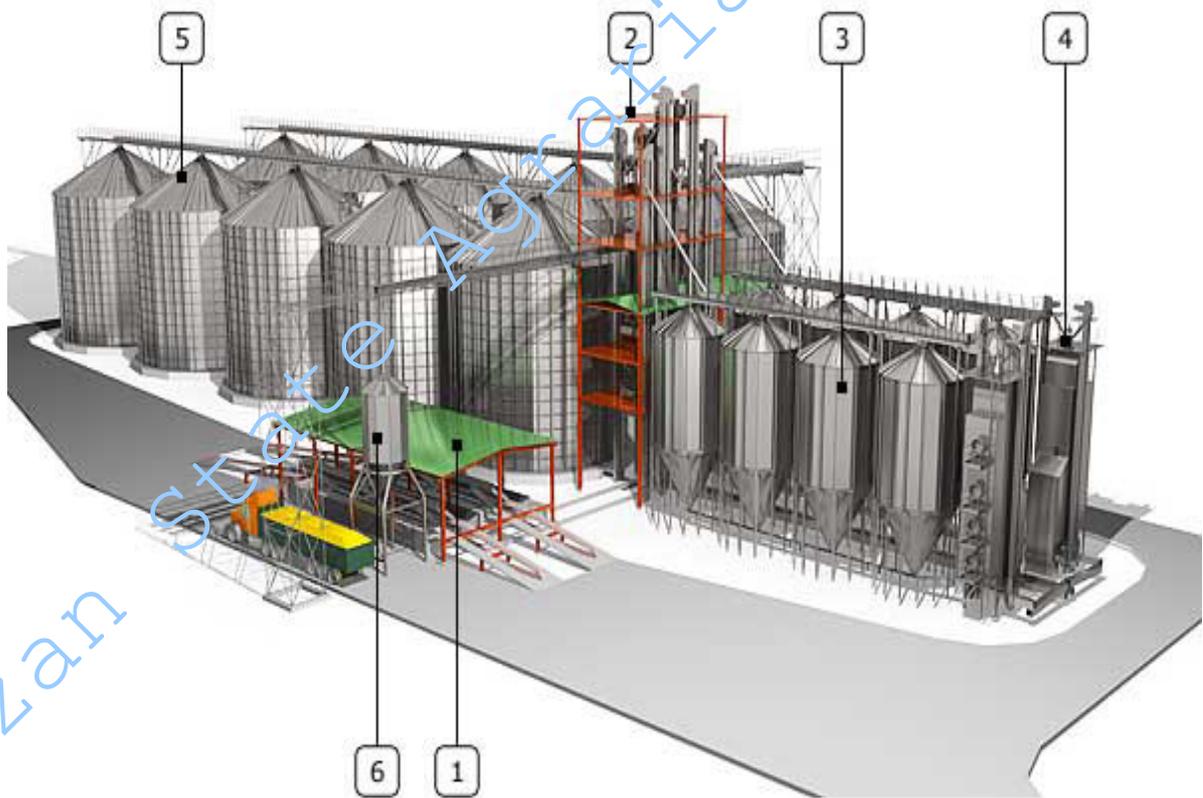


Рис. 58 Зерноочистительный комплекс (3D)"

Технологический процесс типового зернокомплекса:

1. Приемка.
2. Предварительная очистка.
3. Сушка.
4. Первичная очистка
5. Хранение.
6. Отгрузка.

Отделение приёма зерна с автотранспорта состоит из двух независимых приёмных точек. После приёмки зерно по транспортерам поступает в рабочую башню на две нории (по одной нории на каждую приемную точку). Далее зерно подается на две зерноочистительные линии, каждая из которых оснащена скальператором (ворохоочистителем) и решетным сепаратором.

После очистки на скальператорах зерно попадает в буферные ёмкости сырого зерна перед двумя сушилками зерна. В случае высокой засоренности зерна возможен дополнительный проход через сепараторы. Из буферных емкостей зерно подаётся в две зерносушилки (по одной на каждую линию), где происходит процесс сушки. После сушки зерно направляется в буферные емкости, из которых подается в рабочую башню либо, в случае необходимости, на рециркуляцию.

После сушки в рабочей башне происходит очистка зерна до товарных кондиций на сепараторах, после чего зерно направляется на хранение в силосный корпус.

Хранение осуществляется в силосах с плоским дном, которые оснащены системами аэрации, температурного контроля и механизированной выгрузки. После хранения зерно по транспортерам, расположенным в подсилосной галерее, подается в рабочую башню, из которой может быть направлено на отгрузку, перекачку или подработку.

Помимо описанных операций возможен широкий набор других маршрутов, включающих перекачку из силоса в силос, дополнительные проходы по очистке, сушке, отгрузку непосредственно после очистки либо сушки зерна и т.д.

7. ПРИЕМООТПУСКНЫЕ УСТРОЙСТВА

Зерно в зернохранилища в зависимости от назначения поступает автомобильным, железнодорожным и водным транспортом. Для выгрузки зерна используют специальные приемные устройства, оборудованные соответствующими средствами механизации. Приемные устройства имеют разную производительность. Прием зерна должен производиться быстро, а разгрузочные работы полностью механизированы.

Приемные устройства с автомобильного транспорта. На хлебоприемных предприятиях разгрузка автомобилей, поступающих с зерном от хо-

зайств, – одна из основных операций. Приемные устройства различают по расположению бункеров и способу разгрузки транспортных средств.

При выгрузке зерна с помощью автомобилеразгрузчиков используют приемные устройства с поперечными проездами для автомобилей. По сравнению с приемными устройствами продольного типа в приемном устройстве поперечного типа автомобильный транспорт разгружают в каждом проезде независимо от других проездов. Процесс механизации разгрузки сравнительно прост. Такие устройства имеют большую приемную способность.

В связи с ростом автомобильного парка страны совершенствовались и конструкции автомобилеразгрузчиков, что сказывалось, естественно, и на проектировании приемных устройств. В первую очередь это коснулось увеличения вместимости приемных бункеров и производительности приемных конвейеров. Если в первых приемных устройствах подобного типа вместимость приемного бункера составляла 20 т, то в настоящее время она увеличилась до 50 т. В приемных устройствах устанавливают два приемных конвейера производительностью 175 т/ч, что дает возможность довести производительность приемки зерна до 6000 т/сутки и выше.

Большое количество зерна перевозят на хлебоприемные предприятия автопоездами и автомобилями модели КамАЗ. Для их разгрузки сконструированы специальные автомобилеразгрузчики, которые дают возможность выгружать зерно без расцепки прицепов. Традиционный способ передачи зерна из приемного устройства в рабочее здание элеватора осуществляется при помощи подземной конвейерной галереи. Однако строительство подземной галереи связано с большим объемом земляных и строительных работ, опасностью затопления грунтовыми и тальми водами. При проектировании элеваторов применяют надземный вариант передачи зерна в рабочее здание. На рис. 59 показано такое приемное устройство для разгрузки автомобилей и автопоездов. Оно оборудовано четырьмя автомобилеразгрузчиками У15-УРВС. Зерно из кузовов автомобилей попадает в приемные бункера (по два в каждом проезде), откуда зерно нижними конвейерами направляется в специально установленные нории. Нории поднимают зерно наверх, а ленточные конвейеры, установленные в надземной галерее, – в рабочую башню.

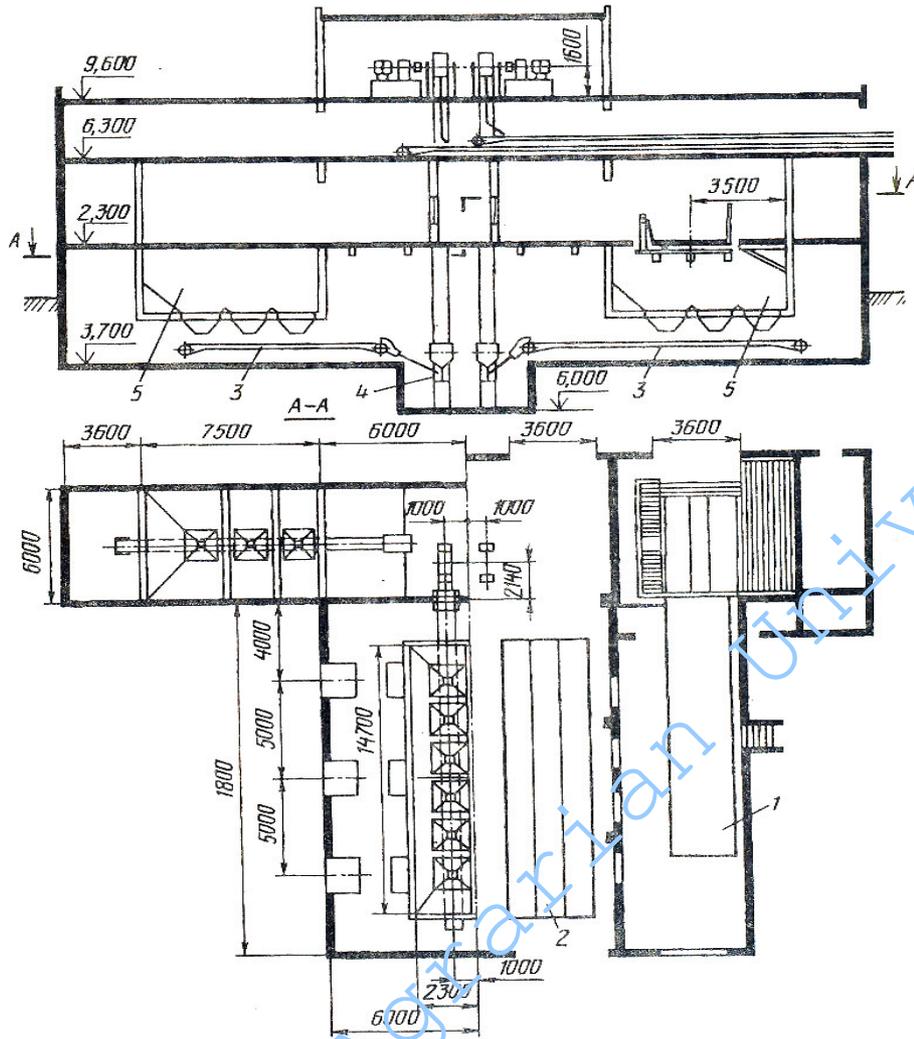


Рис. 59. Приемное устройство для разгрузки зерна с автомобильного транспорта с подачей в рабочую башню подземным способом.

1 – платформа; 2 – бункер; 3 – конвейеры; 4 – нории; 5 – бункер.

Устройства приема зерна предназначены для приемки зерна из автомашин и их прицепов длиной до 18 м, грузоподъемностью 40 тонн и общей массой 60 т. Устройство имеет приемный бункер вместимостью не менее 40 т, подземную часть, включающую конвейеры для транспортировки принимаемого продукта. Надземную часть, включающую металлический каркас, обшитый оцинкованными гофрированными листами, нории для подъема продукта из подземной части, автоопрыскиватели АВС-50 и (или) УРАГ.



Рис. 60. Здание приема зерна из автотранспорта

Автомобилеразгрузчик У15-УРАГ. Предназначен для выгрузки зерна из автомобилей через задний борт. Применяют на элеваторах, зерноскладах, портах, мельницах, хлебокомбинатах.



Рис. 61. Автомобилеразгрузчик У15-УРАГ.

Основными сборочными единицами автомобилеразгрузчика являются: большая платформа, боковая платформа, гидросистема, проездная решетка, опора решетки, система управления и детали для монтажа разгрузчика.

Большая платформа является сборной металлоконструкцией и служит для разгрузки автотранспорта через задний борт. Одна ее сторона шарнирно связана с опорой платформы 5, закрепленной на фундаментных балках, другая сторона и ее средняя часть опирается на выступы фундамента. С помощью телескопических гидродомкратов платформа поворачивается вокруг своей опоры.

Платформа боковая устанавливается над приемным устройством и одновременно является для автотранспорта, разгружаемого на большой платформе проездной решеткой, а для прицепов и одиночных автомобилей боковым разгрузчиком.

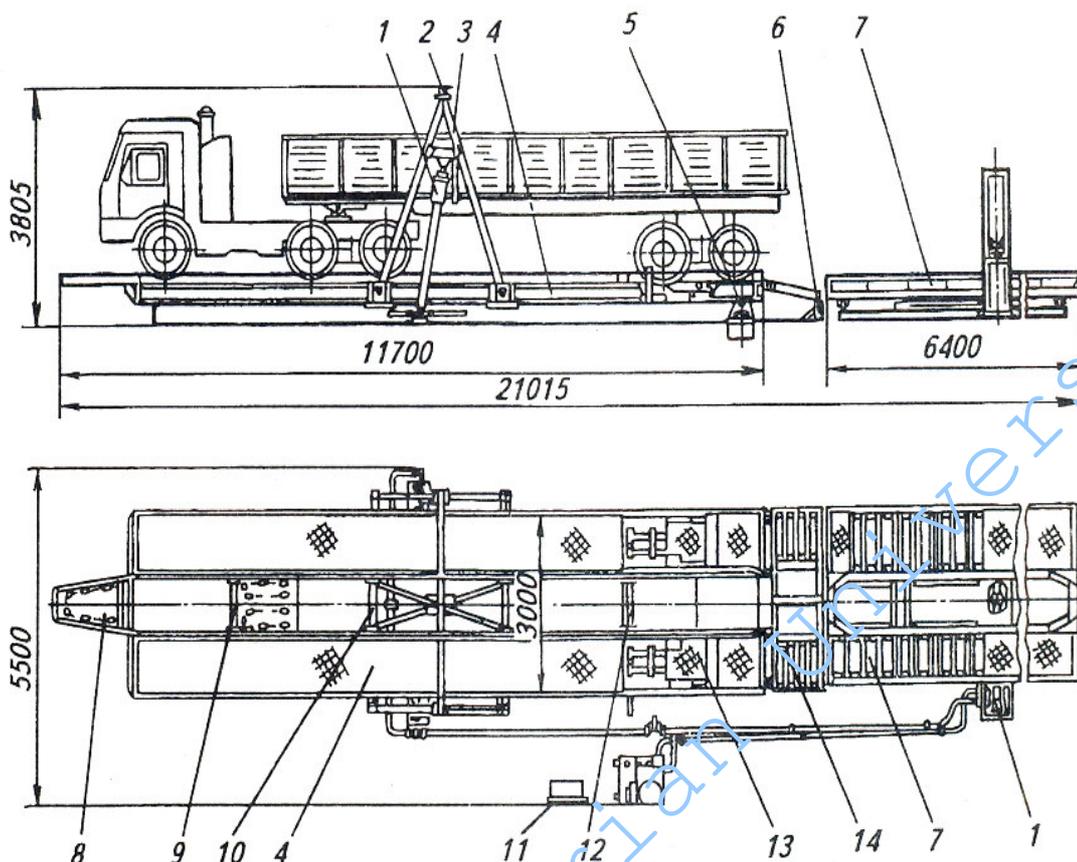


Рис. 62. Автомобилеразгрузчик У15-УРАГ:

1 – гидросистема; 2 – балка; 3, 6 – стойки; 4, 7 – большая и боковая платформы; 5 – опора платформы; 8 – страховочное устройство; 9, 12 – стяжки; 10 – ферма; 11 – система управления; 13 – опора колес; 14 – проезжая решетка.

Таблица 5

Технические характеристики

Технические характеристики	У15-УРАГ-55	У15-УРАГ-У
Наибольшая грузоподъемность, т	55	70
в том числе: большой платформы, т	35	50
боковой платформы, т	20	20
Наибольший угол наклона платформы, град.	38	38
Установочная длина большой платформы, м	11,7	16
Установочная длина боковой платформы, м	6,4	6,4
Мощность привода, кВт	22	22
Масса, кг., не более	11000	12900

Особенностью УРАГов, является тщательное выполнение соединительных элементов гидросистемы с применением специальной конической резьбы.

Это позволяет значительно улучшить эксплуатационные показатели и максимально снизить простои на обслуживание техники, что особенно важно в период сборки урожая.

Автомобилеразгрузчик АВС-50М. Предназначен для выгрузки зерна через боковой борт автомобилей, автотягачей и автопоездов без расцепки прицепов. Применяют на элеваторах, зерноскладах, портах, мельницах, хлебокомбинатах.

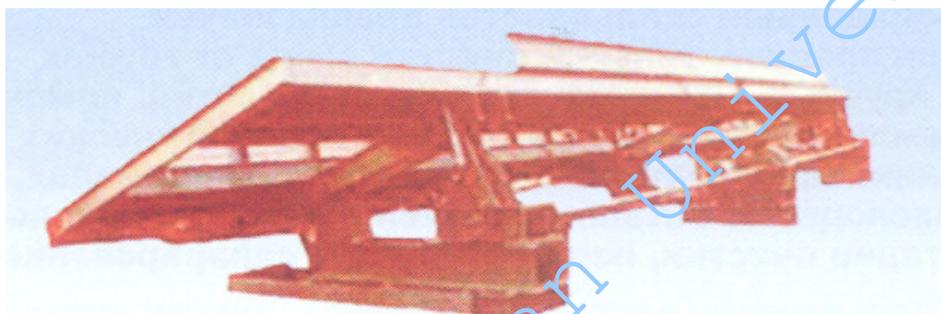


Рис. 63. Автомобилеразгрузчик АВС-50М.

Опорные левая и правая рамы сварены из двутавровых балок и швеллера. При помощи болтов они закрепляются на фундаменте. На рамах установлены подшипники осей наклона платформы, подшипники механизма подъема платформы и рама привода.

Платформа автомобилеразгрузчика – сварная, из двутавровых балок. Имеет сплошной настил из листовой рифленой стали толщиной 5 мм.

Платформа установлена на опорные рамы, причем со стороны выгрузки зерна она имеет три шарнирные опоры, а с другой соединена с кривошипным механизмом подъема платформы.

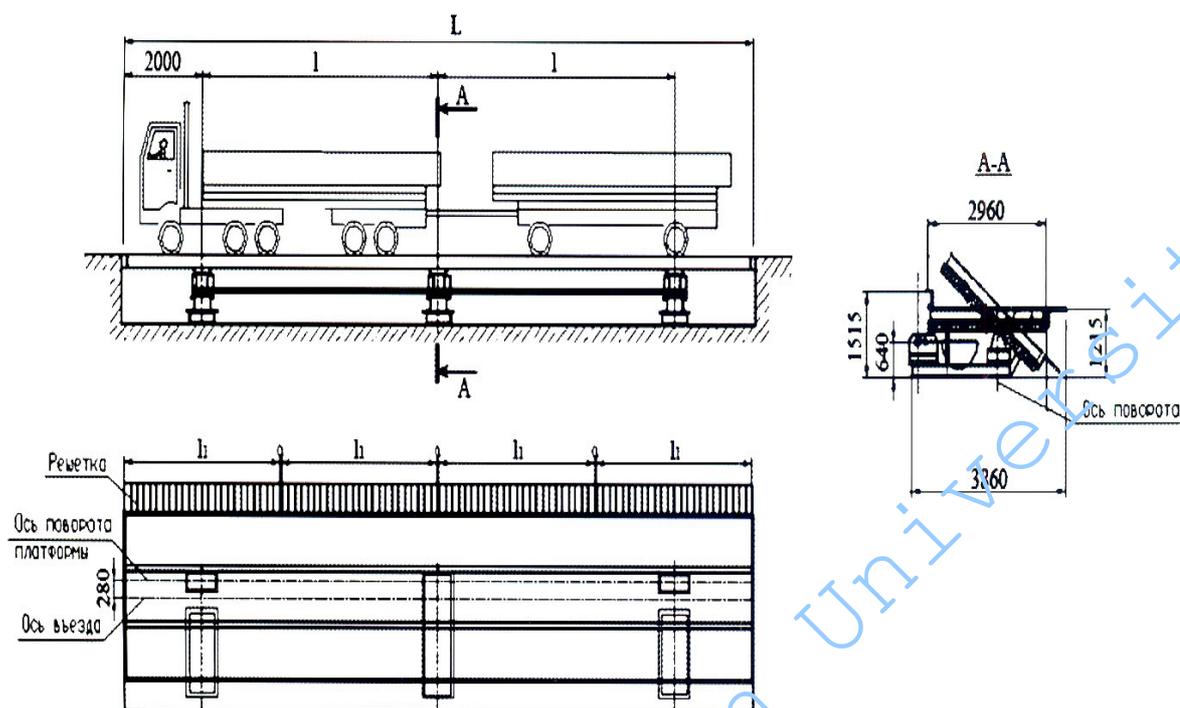


Рис. 64. Автомобилеразгрузчик ABC-50M.

Таблица 6

Технические характеристики

Технические характеристики	ABC-50- II	ABC-50M- II
Наибольшая грузоподъемность, т	50	60
длина платформы, м	18	18,7
Наибольший угол наклона платформы, град.	38	38
Мощность привода, кВт	7,5	7,5
Масса, кг., не более	9650	12300

Автомобилеразгрузчики «SmartGrain» – предназначены для механизированной выгрузки зерна и других сыпучих грузов из автомобилей и автопоездов различных моделей длиной до 24 метров и грузоподъемностью до 120 тонн через открытый боковой борт. Автомобилеразгрузчики «SmartGrain» принципиально отличаются от всех отечественных аналогов и имеют ряд существенных преимуществ. Основное преимущество автомобилеразгрузчиков «SmartGrain» состоит в том, что в процессе работы поднимается не весь автомобиль целиком, а только один его бок. При этом платформа автомобилеразгрузчика наклоняется в сторону опрокидывания. Рабочая ширина платформы автомобилеразгрузчика составляет 0,8 метра. Это позволяет существенно снизить расход строительных материалов при его установке.

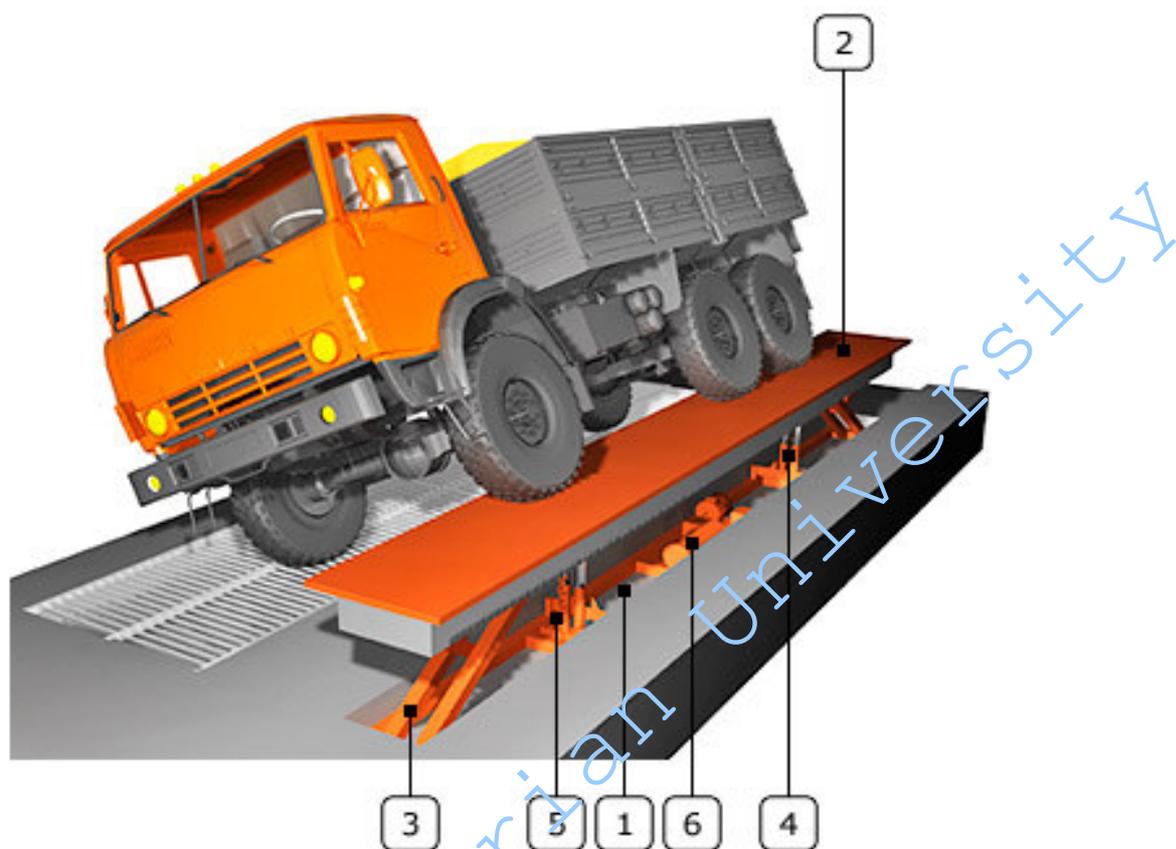


Рис. 65. Конструктивные элементы автомобилеразгрузчиков

1 – основание; 2 – платформа; 3 – опоры; 4 – гидроцилиндры; 5 – страхующие устройства; 6 – насосная станция.

В таких устройствах на первом этаже размещают автомобилеразгрузчики, на втором – ворохоочистители. К ворохоочистителям зерно поднимают специально установленными нориями. После предварительной очистки зерно по надземной галерее ленточными конвейерами направляют в рабочее здание элеватора для дальнейшей обработки, а отходы собирают в специальные бункера и вывозят.

На хлебоприемных элеваторах предусмотрена приемка с первичной очисткой зерна на ворохоочистителях. В связи с этим появился новый тип приемно-очистительного устройства (рис. 66).

В таких устройствах на первом этаже размещают автомобилеразгрузчики, на втором – ворохоочистители. К ворохоочистителям зерно поднимают специально установленными нориями. После предварительной очистки зерно по надземной галерее ленточными конвейерами направляют в рабочее здание элеватора для дальнейшей обработки, а отходы собирают в специальные бункера и вывозят.

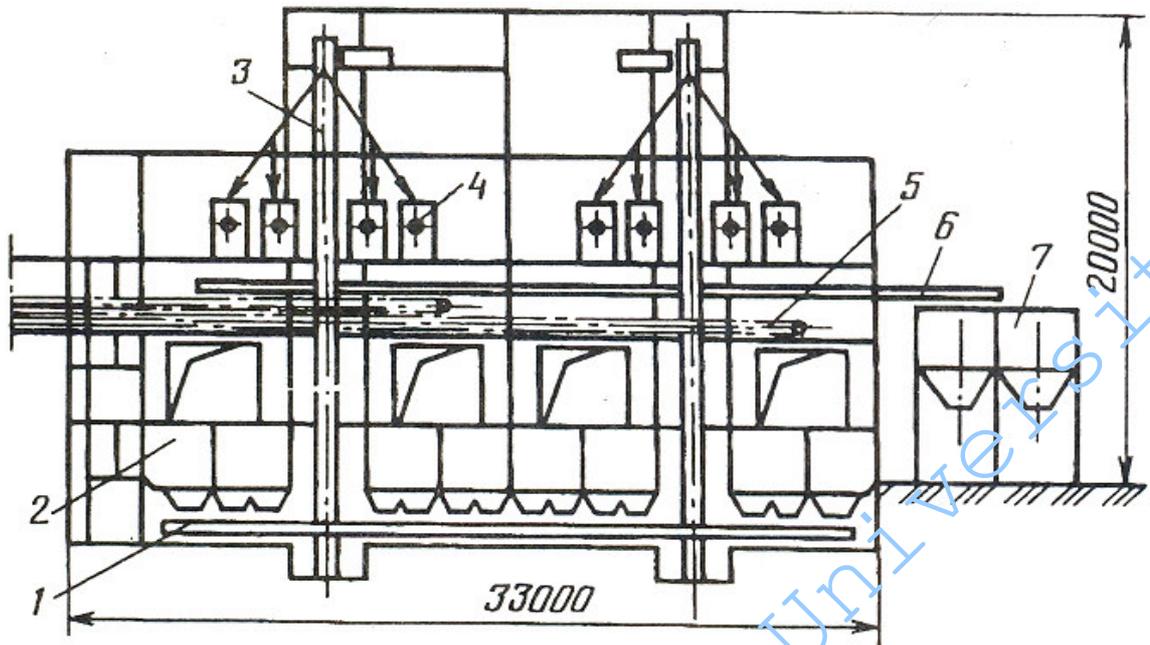


Рис. 66. Приемно-очистительное устройство:

1 – скребковые конвейеры; 2, 7 – соответственно приемные бункера и бункера для отходов; 3 – приемные нории; 4 – ворохоочистители; 5 – ленточные конвейеры для передачи зерна на элеватор; 6 – конвейеры для отходов.

Приемные устройства с железнодорожного транспорта. Зерно железнодорожным транспортом перевозят главным образом из хлебоприемных зернохранилищ в зернохранилища второго и третьего звена. Поэтому на этих элеваторах особое внимание уделяют развитию и совершенствованию приемных устройств для выгрузки зерна из железнодорожных вагонов.

Современное приемное устройство с железнодорожного транспорта представляет собой отдельное выносное сооружение. Для передачи зерна из приемного устройства в рабочее здание элеватора строят специальные подземные конвейерные галереи.

Как и приемные устройства с автомобильного транспорта, устройства для разгрузки железнодорожных вагонов в зависимости от расположения приемного конвейера по отношению к железной дороге бывают поперечного и продольного типов (рис. 67).

В приемных устройствах поперечного типа (рис. 67, а) приемный конвейер расположен перпендикулярно к железнодорожным путям. В таких приемных устройствах линия передачи зерна в рабочее здание элеватора наиболее короткая. Однако большое (до 6,5-7,5 м) заглубление приемных бункеров требует значительных затрат и приводит к необходимости проведения гидроизоляционных работ. Использование приемных устройств поперечного типа имеет ряд недостатков: требует отдаления приемных подземных путей от рабочего здания элеватора или большого заглубления рабочей

башни, а также значительно увеличивается общая длина железнодорожных путей.

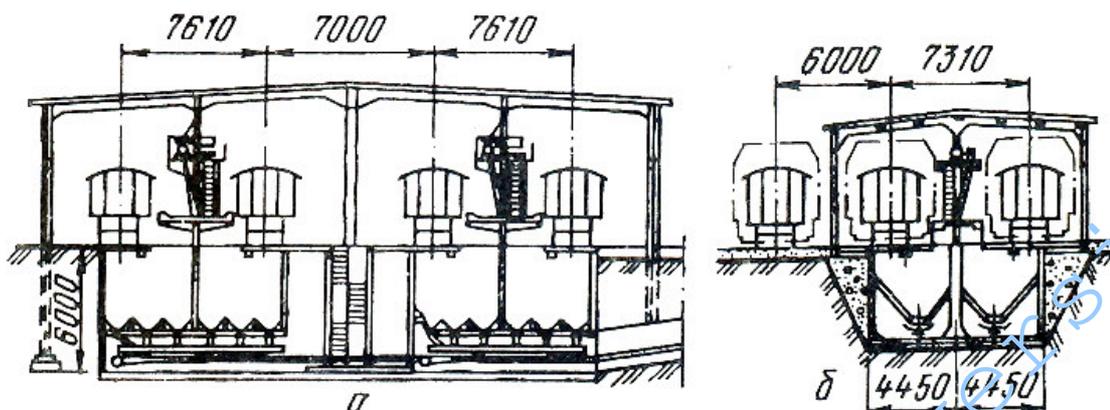


Рис. 67. Тип приемного устройства для разгрузки зерна с железнодорожного транспорта:

а – поперечный; б – продольный

Более совершенны приемные устройства продольного типа (рис. 67, б), у которых приемные конвейеры расположены параллельно железнодорожным путям. Приемные бункера в таких устройствах имеют большое число выпускных отверстий, что обеспечивает меньшую их высоту и меньшее заглубление всего сооружения (до 4,5 м). Кроме приемного, для передачи зерна в рабочую башню дополнительно устанавливают передаточный конвейер. Продольное расположение приемного и наличие передаточного конвейеров дают возможность осуществить подъем зерна с конвейера в норию и, следовательно, не заглублять рабочее здание элеватора.

К недостаткам приемных устройств продольного типа следует отнести: увеличение числа конвейеров (а значит, и числа электродвигателей), лишний переброс зерна, усложнение схемы приемки.

Сооружение приемных бункеров большой вместимости требует значительного их заглубления, а при высоком уровне стояния грунтовых вод – сложных и дорогостоящих гидроизоляционных работ. Поэтому в последние годы все чаще применяют приемные бункера мелкого заглубления вместимостью 6-10 т. Отличительные особенности таких приемных устройств:

- небольшая глубина заглубления приемных бункеров (до 3 м); одновременная разгрузка вагона и работа приемного конвейера из-за малой вместимости приемного бункера;

- сравнительно короткое расстояние приемного устройства от рабочего здания элеватора из-за незначительного заглубления приемного бункера; невысокая стоимость такого приемного устройства по сравнению с бункерами большой вместимости.

Приемные устройства с бункерами мелкого заглубления применяют на элеваторах с производительностью норий 100 т/ч, так как при большей производительности норий не обеспечивается их полная загрузка.

Для разгрузки железнодорожных вагонов применяют инерционный вагоноразгрузчик ИРМ-8, гидравлический вагоноразгрузчик ВРГ и т. д.

Строительство подземных конвейерных галерей связано с большим объемом земляных и строительных работ. Для передачи зерна в рабочую башню проектируют надземные конвейерные галереи. В таких приемных устройствах зерно из приемного бункера конвейером подают на специальную норию, а затем по надземной галерее транспортируют в рабочую башню.

В настоящее время для перевозки зерна используют вагоны зерновозы. Это саморазгружающийся вагон бункерного типа, разгрузка которого длится 3-4 мин. Для разгрузки таких вагонов используют приемное устройство, которое одновременно может выгружать и вагоны существующего типа (рис. 68).

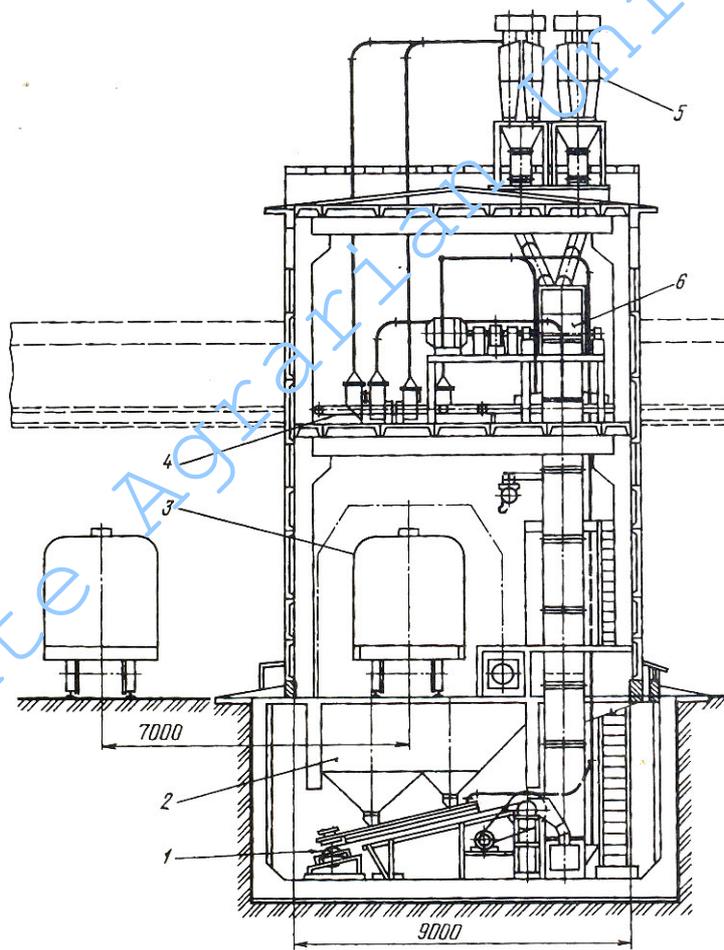


Рис. 68. Приемное устройство для разгрузки вагонов-зерновозов с железнодорожного транспорта:

1 – приемный конвейер; 2 – приемный бункер; 3 – железнодорожный вагон; 4 – конвейер; 5 – батарейные циклоны; 6 – нория.

Из вагона зерновоза зерно самотеком поступает в приемный бункер, затем подается конвейером в норию и по надземной галерее транспортируется в рабочее здание элеватора.

Инерционный вагоноразгрузчик ИРМ-8. Позволяет полностью механизировать процесс выгрузки зерна из железнодорожных вагонов. Вагоноразгрузчик (рис. 69) состоит из моста-платформы 2, которая через рычаги-балансиры и пружины опирается на две опоры. На платформе уложены рельсы, один из которых закреплен выше другого на 265 мм, что обеспечивает уклон разгружаемого вагона в сторону двери, равный 9° .

Разгружаемый вагон закрепляют на платформе двумя подвижными упорами с зажимами 3, расположенными на платформе между рельсами. Во время подачи вагона на платформу упоры повернуты вниз и находятся под платформой, а после установки вагона на платформу упоры поднимают и зажимают вагон с торцов на автосцепку. Поднимают и опускают упоры при помощи двух гидравлических приводов с электродвигателями мощностью 7 кВт каждый.

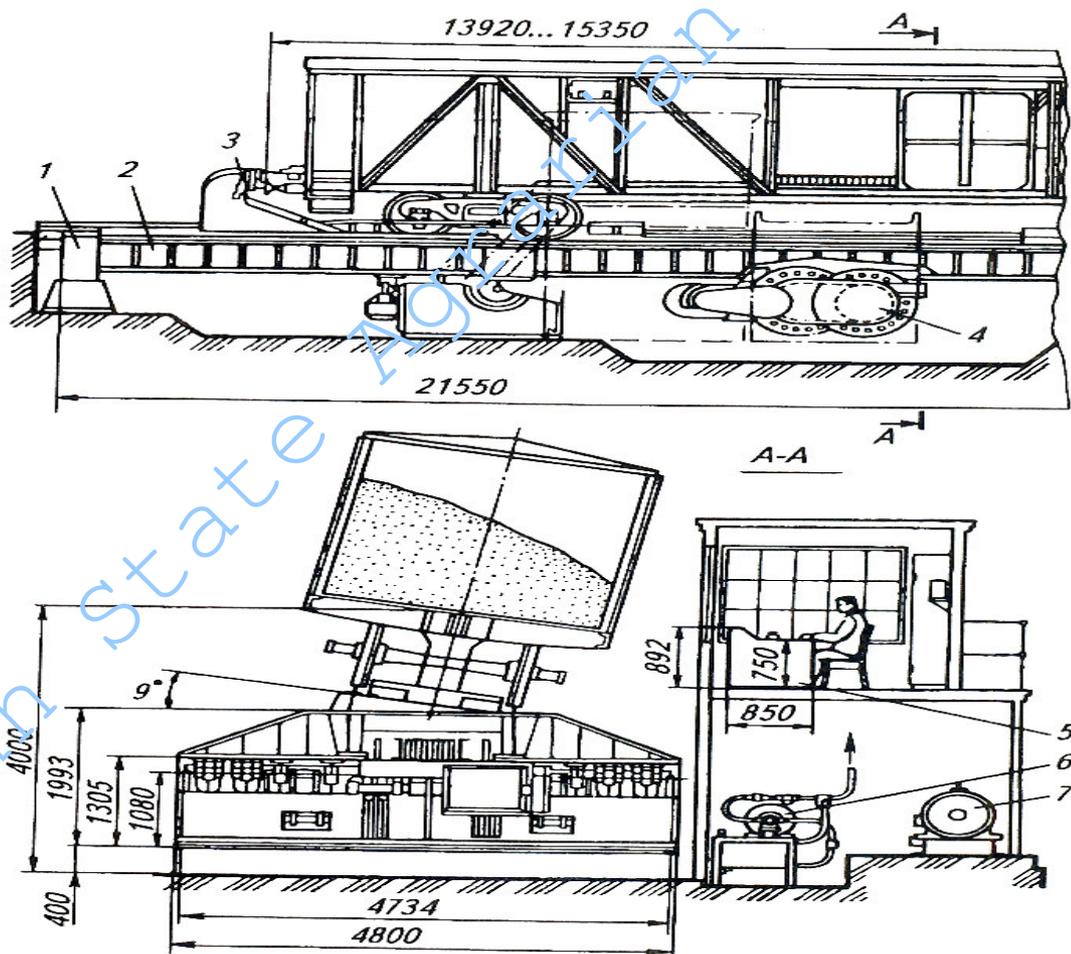


Рис. 69. Инерционный вагоноразгрузчик ИРМ-8.

1 – стабилизатор; 2 – мост-платформа; 3 – зажим; 4 – механизм качения (дебалансы); 5 – пульт управления; 6 – насос; 7 – генератор.

Платформа удерживается в горизонтальном положении посредством стабилизаторов 1 и концевых замков с рельсовыми вставками. Концевые замки и стабилизаторы устанавливаются и удаляются при помощи гидросистемы. Платформа приводится в колебательное движение дебалансами 4 общей массой 1600 кг. Валы дебалансов посредством пары зубчатых колес с равным числом зубьев вращаются в противоположные стороны. Корпуса подшипников валов дебалансов смонтированы на общей раме, которая закреплена внизу платформы. Конструкция дебалансов и привод их от электродвигателя постоянного тока, энергию для которого вырабатывает генератор 7, позволяют изменять в широких пределах частоту и амплитуду колебания вагона. дебалансы создают при вращении возмущающую силу, направленную вдоль платформы попеременно то в одну, то в другую сторону. Зерно из вагона выгружают следующим образом. Оператор с пульта управления 5 устанавливает качающуюся платформу 2 в горизонтальное положение. На нее подают груженный вагон и закрепляют его. Открывают дверь вагона со стороны приемного бункера и гидравлическим штоотжимателем убирают хлебный щит (при наличии хлебного щита в дверном проеме). Часть зерна (от 9 до 17 т в зависимости от влажности) высыпается из вагона самотеком. Затем выключают механизм, удерживающий платформу в горизонтальном положении, и опускают вставки моста-платформы, ее вместе с груженным вагоном поддерживают лишь опорные рычаги и пружины. После включения электродвигателя привода механизма качания 4 платформы зерно под действием сил инерции постепенно перемещается к середине вагона и высыпается в приемный бункер.

Закончив разгрузку, выключают привод механизма качания 4 платформы, закрепляют платформу в горизонтальном положении, освобождают вагон и подают на платформу очередной груженный вагон, который, в свою очередь, сталкивает разгруженный с платформы.

Давление масла в гидросистеме создается насосом 6.

Использование инерционного вагоноразгрузчика увеличивает производительность труда в 4-5 раз по сравнению с механическими лопатами, уменьшает время разгрузки, улучшает условия труда рабочих.

Гидравлический вагоноразгрузчик ВРГ. Предназначен для разгрузки зерна из крытых четырехосных железнодорожных вагонов через дверной проем. Вагоноразгрузчик состоит из следующих основных узлов: платформы, подвижных упоров, опорных подшипников, гидродомкратов, гидропривода, разгружающего механизма, штоотжимателя, откидного бункера, лебедки для открывания двери вагона, электрооборудования.

Платформа (рис. 70) представляет собой сварную плоскую конструкцию прямоугольной формы из швеллеров, двутавровой или листовой стали. Платформа служит для установки вагонов массой брутто не более 85 т.

На платформе длиной 17,5 м и шириной 4 м установлены и закреплены два рельса, которые являются продолжением подъездного пути. По центру платформы, со стороны разгрузки зерна, крепится рама разгружающего ме-

ханизма. Для сбора масла из букс вагона установлены четыре маслоприемника. На расстоянии 3,75 м вправо и влево от поперечной оси платформы закреплены две оси поворота, которыми платформа опирается на четыре подшипника скольжения, закрепленные в фундаменте. При зажиме одной оси платформы вторая освобождается.

Подвижные упоры расположены вдоль продольной оси в торцах платформы. Они фиксируют на платформе разгружаемый вагон. Максимальное расстояние между поднятыми упорами составляет 15,5 м, а минимальное — 13,5 м. Упоры перемещаются по направляющим, уложенным на платформе.

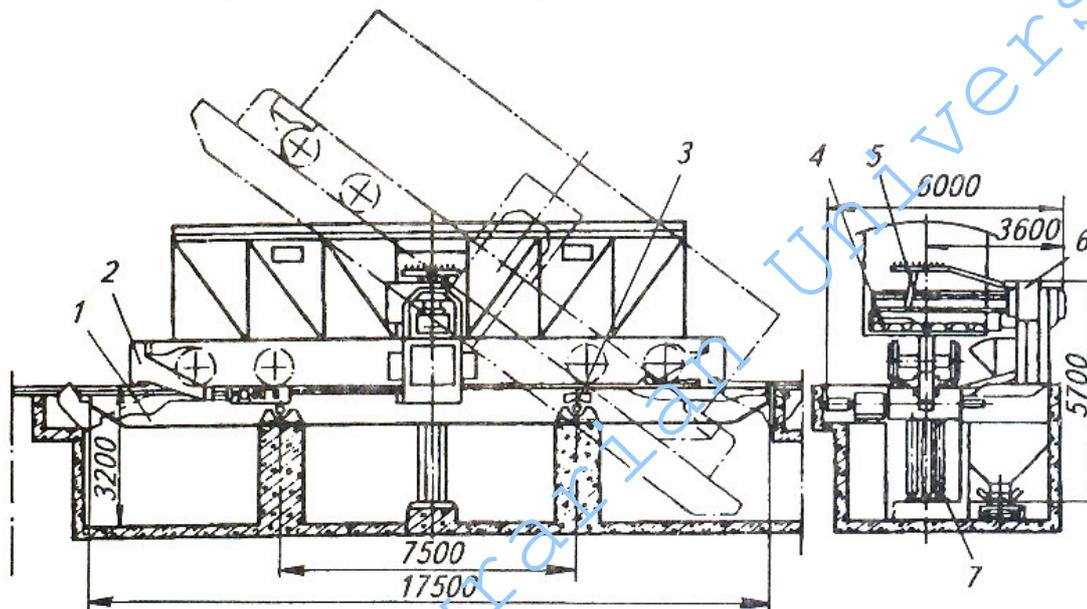


Рис. 70. Вагоноразгрузчик ВРГ:

1 – платформа; 2 – механические зажимы; 3 – опорные подшипники; 4 – шнековый транспортер; 5 – щитоотжиматель; 6 – разгружающий механизм; 7 – гидродомкраты.

Каждый упор имеет индивидуальный привод. Упор перемещается посредством ходового винта диаметром 110 мм и длиной 2000 мм. Ход одного упора на горизонтальном участке движения составляет 1000 мм. Крайние рабочие положения упоров фиксируются двумя конечными выключателями.

В процессе передвижения железнодорожного вагона по платформе вагоноразгрузчика упоры убираются в межрельсовое пространство.

Гидродомкраты (6 шт.) предназначены для подъема платформы и поворота ее вокруг оси на угол до 40°.

Гидропривод предназначен для подачи и распределения рабочей жидкости по гидродомкратам. Он состоит из электродвигателя мощностью 22 кВт, лопастного насоса производительностью 140 л/мин, масляного бака вместимостью 650 л, трубопроводов, обратного клапана, предохранительного клапана и золотников.

Разгружающий механизм предназначен для выгрузки зерна из средней части вагона, куда оно стекает при наклонах платформы. Он состоит из сле-

дующих основных узлов: рамы, сваренной из швеллеров и листовой стали (рама крепится к платформе); балки длиной 4,5 м, к которой сверху приварен рельс, при помощи последнего балка подвешивается на четырех роликах к раме; двух шнеков длиной 2,7 м, диаметром 400 мм, с шагом 440 мм, расположенных в нижней части балки. Они разделены между собой перегородкой из прорезиненной ленты. Последняя предназначена для предотвращения пересыпания зерна из одной половины вагона в другую. На переднем торце рамы шнеков установлен ролик, который служит опорой для разгружающего механизма.

Щитоотжиматель отжимает хлебный щит и удерживает его в момент разгрузки вагона. Рама щитоотжимателя шарнирно крепится к балке разгружающего механизма с помощью поддерживающего рычага. Откидной бункер из листовой стали толщиной 4 мм служит для приема выгружаемого зерна.

Принцип работы гидравлического вагоноразгрузчика ВРГ следующий. Вагон подается на горизонтальную платформу, устанавливается на ней и фиксируется упорами. Затем электролебедка открывает дверь вагона, щитоотжимающий механизм двигается к двери и отжимает щит внутрь вагона и вверх, где он остается до полной разгрузки зерна. Балка разгружающего механизма входит внутрь вагона вместе с работающими шнековыми транспортерами. Шнеки подают зерно в бункер. Когда балка разгружающего механизма доходит до противоположной стенки вагона, включается поворот «Вправо» и платформа поворачивается на 19° . Зерно самотеком стекает к разгружающему механизму и по шнеку направляется в бункер.

После разгрузки части зерна платформа опускается и занимает горизонтальное положение. Производится переажим осей. Включается поворот «Влево», платформа поворачивается на угол 37° , происходит разгрузка зерна из другой половины вагона. Затем платформа опускается в исходное положение. Повторно производится переажим осей, включается поворот «Вправо» и производится разгрузка оставшегося в правой половине вагона зерна.

После разгрузки вагона платформа опускается, а разгружающий механизм принимает свое первоначальное положение.

Преимущество гидравлического вагоноразгрузчика ВРГ по сравнению с инерционным вагоноразгрузчиком – возможность разгрузки на его платформе как обычных универсальных железнодорожных вагонов, так и вагонов-зерновозов. Для разгрузки вагонов-зерновозов на платформе вагоноразгрузчика ВРГ применяют решетку, сквозь которую зерно проходит в приемное устройство.

Прием зерна из железнодорожного транспорта выполняется на 1,2,4 и более вагонов в зависимости от производительности комплекса. Устройство приема зерна из железнодорожного транспорта имеет крытую надземную часть и значительную подземную часть, укомплектованную оборудованием для транспортировки принятого продукта к другим объектам комплекса (рис. 71).



Рис. 71. Устройство приема зерна из железнодорожного транспорта

Приемные устройства с водного транспорта. Зерно из речных и морских судов выгружают несколькими способами: при помощи норий, пневматическими установками, порталными кранами с грейферами. Наиболее прогрессивный способ разгрузки судов с помощью пневматических установок, так как механические способы требуют в конце разгрузки ручного подгребания зерна в трюме к башмаку нории или грейферу. Кроме того, механические способы разгрузки имеют малую производительность: при помощи нории примерно 25 т/ч, грейфера – до 100 т/ч.

Пневматический способ разгрузки наиболее производителен и требует минимальной затраты рабочей силы, хотя пневматические установки потребляют в 3-5 раз больше электроэнергии, чем механические. Одно из главных достоинств пневматических установок состоит в том, что всю работу проводят в удовлетворительных санитарно-гигиенических условиях и зерно можно выгружать из отдаленных уголков трюмов. Поэтому при строительстве элеваторов в речных и морских портах в качестве приемных устройств с водного транспорта используют пневматические установки.

Процесс выгрузки зерна из судов пневматическим транспортом состоит из трех этапов:

начало разгрузки, когда после погружения сопла в зерновую массу зерно самостоятельно стекает к всасывающим отверстиям; в этот период пневматическая установка имеет максимальную производительность,

середина разгрузки, когда зерно выгружают около бортов в кормовых и носовых участках трюма с перестановкой сопел; производительность установки при этом значительно снижается;

конец разгрузки, когда проводится зачистка судна от остатков зерна и работу выполняют вручную; производительность установки при этом минимальная.

В связи с этим различают и три производительности пневматических установок: техническую, фактическую и эксплуатационную. Эксплуатационная производительность составляет примерно 70 % от технической, обусловленной паспортом на данную установку. Она зависит от культуры зерна и конструкции судна.

Зерно с водного транспорта разгружают пневматическим способом стационарными, плавучими и передвижными установками. На рисунке 72 показаны различные варианты устройств для приемки зерна с водного транспорта.

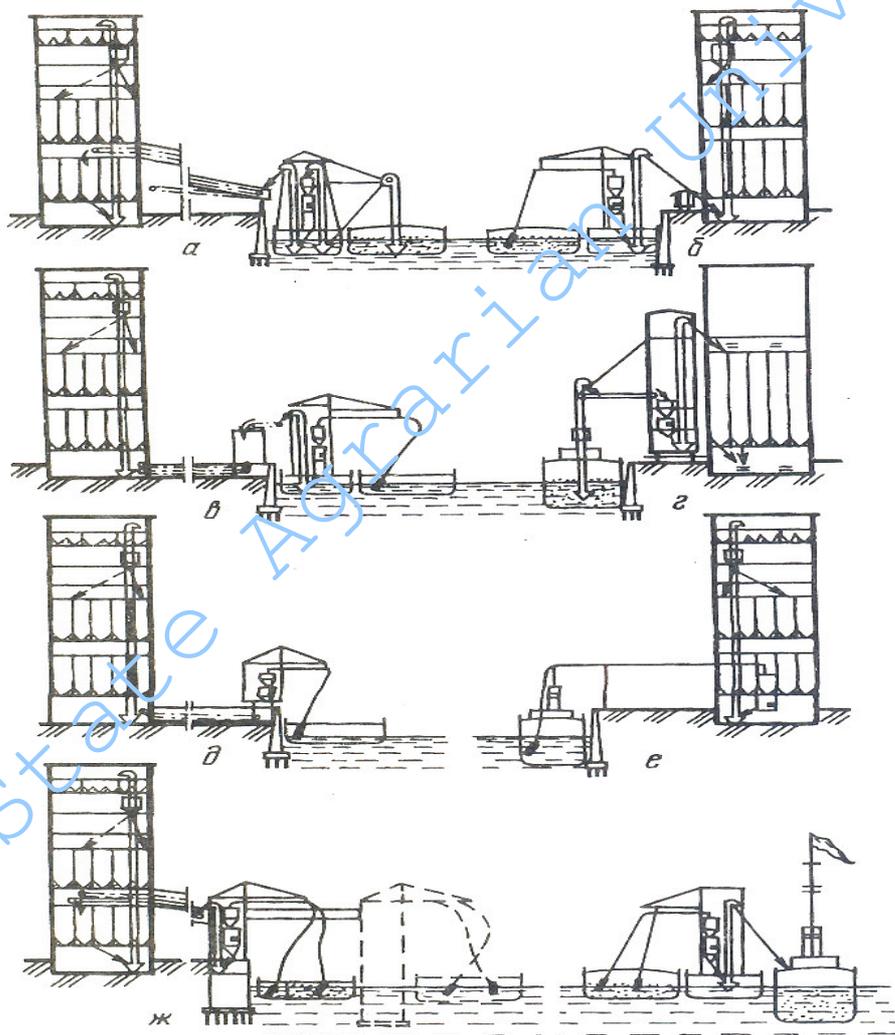


Рис. 72. Устройства для приемки (а – ж) и перегрузки (з) зерна с водного транспорта:

а – плавучим норийным перегружателем на стационарный береговой конвейер; *б* – плавучим пневматическим перегружателем на норию элеватора; *в* – плавучим пневматическим перегружателем в бункер на берегу; *з* – подвижным башенным перегружателем в силосы элеватора; *д* – береговым передвижным перегружателем на конвейер, идущий вдоль набережной; *е* –

стационарной пневматической установкой; *жс* – стационарной пневматической установкой для приемки зерна, размещенной в башне, находящейся на берегу или вынесенной к фарватеру (показано пунктиром); *з* – плавучим пневматическим перегружателем из речной баржи в морское судно.

Приемные устройства с водного транспорта в каждом отдельном случае сооружают с учетом местных условий: разнообразия подвижного состава водного транспорта, как по водоизмещению, так и по конструкции (число трюмов, расположение люков); непостоянства уровня воды у причала и рельефа берега; расположения элеватора относительно причала.

Между приемными устройствами и нориями рабочего здания элеватора обязательно должны быть установлены приемные бункера, которые можно располагать на берегу в промежуточной перегрузочной башне, в рабочем здании элеватора или в силосном корпусе. Если таких бункеров на элеваторе нет, то коэффициент использования основных норий элеватора при приемке снижается. Принимаемое зерно взвешивают в приемной установке, промежуточной башне или в рабочем здании элеватора на основных весах. Стационарные пневматические установки оснащают двумя или более разгрузителями, каждый из которых размещают в отдельной башне вдоль причала. Это делают для того, чтобы не передвигать разгружаемое судно. Расстояние между башнями установки и вылет стрел с рабочими зернопроводами устанавливают так, чтобы вся площадь палубы была доступна для сопел. Из разгрузителей зерно конвейерами подают в башню, в которой установлены нория и весы. После взвешивания зерно направляют в рабочее здание элеватора.

На плавучих пневматических перегружателях обычно монтируют несколько разгрузителей, короткие конвейеры и норию, часто размещают весы и конвейер, смонтированный на стреле, для передачи зерна на берег. С плавучих перегружателей зерно передают в бункера, расположенные на берегу, или на береговой конвейер, передающий зерно непосредственно на элеватор или в промежуточную башню. Техническая производительность плавучего перегружателя 175 т/ч (эксплуатационная – 120 т/ч).

Передвижные пневматические приемные установки монтируют в специальных башнях или на порталных кранах, перемещаемых по рельсам. Обычно на таких установках монтируют один разгрузитель, из которого зерно норией подают на береговой конвейер, расположенный вдоль причала, и далее вторым конвейером в рабочее здание элеватора.

7.1. Отпускные устройства

Отпускные устройства должны обеспечивать выполнение операций по отпуску зерна в установленные сроки. Они работы должны быть полностью механизированы.

Отпускные устройства на автомобильный транспорт. Отпуск зерна на автомобильный транспорт для большинства элеваторов является случай-

ной операцией, и лишь на глубинных элеваторах все зерно отгружают в автомобили. Зерно отпускают по простейшей схеме из специальных бункеров, расположенных в силосном корпусе или рабочей башне. Вместимость бункеров 20-100 т, их число зависит от объема отгрузки зерна. Из отпускных бункеров зерно по самотечной трубе поступает в кузов автомобиля. Для равномерного заполнения кузова автомобиля и гашения скорости движения зерна нижняя часть трубы подвижная.

Отпускные устройства на железнодорожный транспорт. Отгрузка зерна на железнодорожный транспорт – одна из основных операций (наряду с приемкой с автомобильного транспорта) хлебоприемных предприятий. Значительный объем погрузочных работ с зерном приходится и на долю перевалочных элеваторов при перегрузке зерна с водного на железнодорожный транспорт. Большое значение при проведении работ по отпуску зерна уделяется производительности, а следовательно, и времени простоя вагона под погрузкой. Чем меньше времени вагон находится под погрузкой-выгрузкой, тем большее число, раз этот вагон может быть в течение года использован для перевозки зерна.

В современных зернохранилищах применяют различные отгрузочные устройства на железнодорожный транспорт, выбор которых обуславливается производительностью норий, установленных в рабочей башне. При производительности норий до 100 т/ч зерно отгружают из отпускных бункеров, расположенных в силосном корпусе или рабочей башне. Это связано с сокращением времени погрузки, так как отпускные бункера могут быть заранее заполнены зерном.

Вместимость отпускного бункера примерно 20 т, и один вагон грузоподъемностью 62 т загружают из трех бункеров при помощи самотечных труб, на концах которых расположены гибкие наконечники – разбрызгиватели для полной загрузки вагона. Вагон загружают через боковые люки и дверной проем без применения ручного труда для разравнивания зерна по вагону. Во избежание разряжения в самотечной трубе при движении по ней зерна (это снижает скорость движения) в верхней части трубы делают специальную отдушину для подсоса атмосферного воздуха. Если конечная скорость движения зерна недостаточна для его разбрызгивания по вагону (из-за малой высоты самотечных труб или недостаточного угла их наклона), то применяют различные механические установки для полной загрузки железнодорожного вагона. К таким установкам относятся вагонозагрузчики разных конструкций: крыльчатки ТМЗ, шнековые, универсальные, ленточные и др.

При производительности норий 175 т/ч и выше отгрузочные бункера не нужны и зерно отпускают непосредственно из-под весов рабочей башни по самотечным трубам, оборудованным разбрызгивателями. При этом время загрузки большегрузного вагона сокращается до 10 мин. Одновременно из рабочей башни можно загружать не более двух вагонов. Поэтому для увеличения фронта и сокращения общего времени погрузки наряду с отпуском

зерна из-под весов рабочей башни зерно отгружают из отпускных бункеров силосного корпуса или с надсилосных конвейеров.

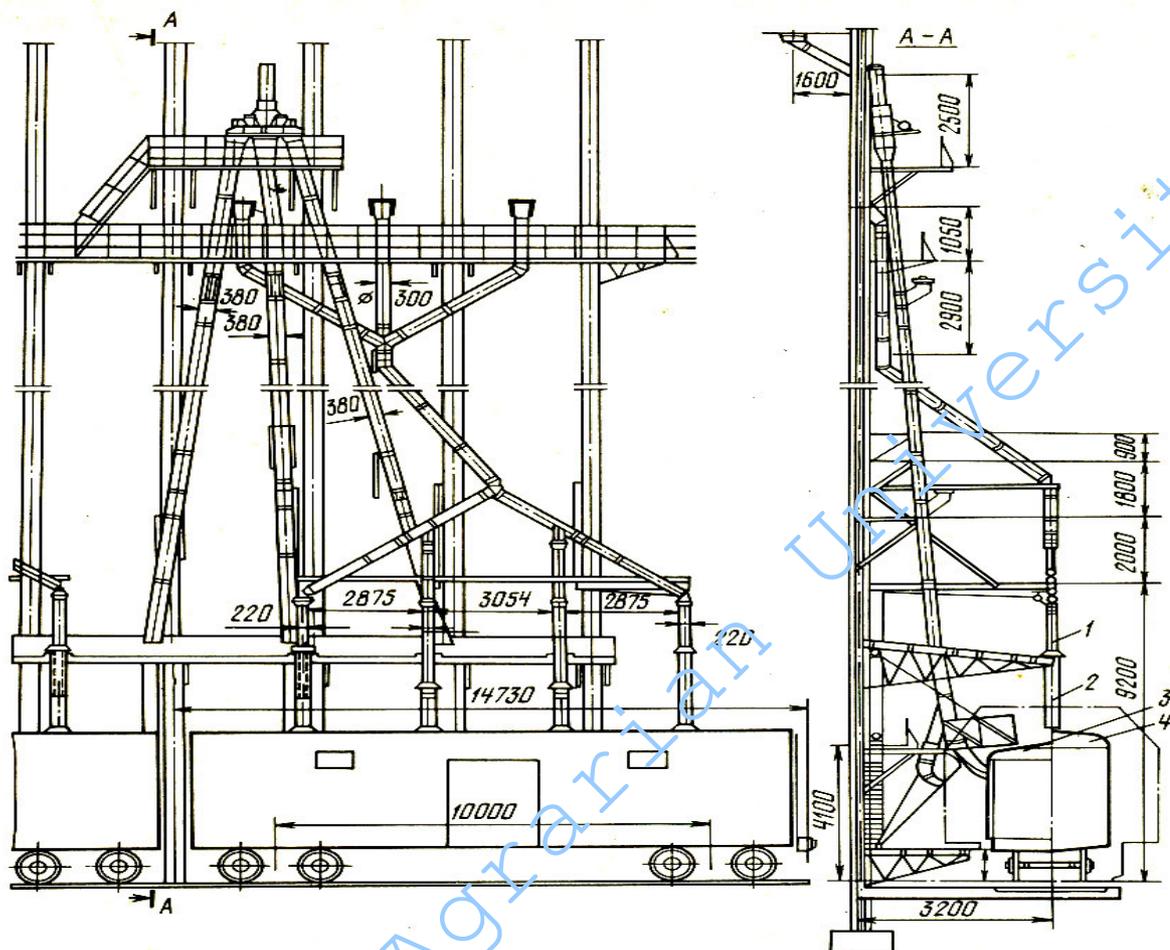


Рис. 73. Устройство для отгрузки зерна через люки в крыше вагона:

1 – шарнир неподвижной трубы; 2 – подвижная телескопическая труба; 3 – вагон переоборудованный; 4 – вагон новой конструкции.

В связи с тем, что почти все железнодорожные вагоны имеют люки в крыше, большинство элеваторов снабжено современными погрузочными устройствами с использованием самотечных труб. Окончание этих труб выполнено в виде телескопических патрубков, которые могут подниматься и опускаться. Вагон подают под погрузку, открывают четыре люка в крыше, и оператор опускает в них телескопические патрубки. Зерно самотеком поступает в вагон и заполняет его до полной грузоподъемности.

Отпускные устройства на водный транспорт. Отпускные устройства для отгрузки зерна на речные и морские суда различны. Это связано с разными объемами работ, разной грузоподъемностью и конструкцией судов. Загружают суда, как правило, из специальных отпускных бункеров вместимостью до 1000 т для речных и 3000-4000 т для морских портовых элеваторов. Большая вместимость отпускных бункеров обеспечивает отгрузку зерна

независимо от работы элеватора и значительно повышает производительность, тем самым сокращая время простой судов под погрузкой.

Выбор типа отпускного устройства зависит от расположения элеватора по отношению к причальной линии, рельефа местности, грузоподъемности судна. Во время загрузки судна необходимо обеспечить равномерность и одновременность подачи зерна во все трюмы. Для этого создают достаточно протяженный фронт погрузки с устройством отгрузочных галерей, параллельных причалам, или пирсов с несколькими отпускными конвейерами и отпускными трубами. К отпускным трубам предъявляются особые требования: они должны поворачиваться в вертикальной плоскости, а также вокруг вертикальной оси, иметь возможность изменяться по длине. На рисунке 74 показаны различные варианты отпускных устройств на водный транспорт.

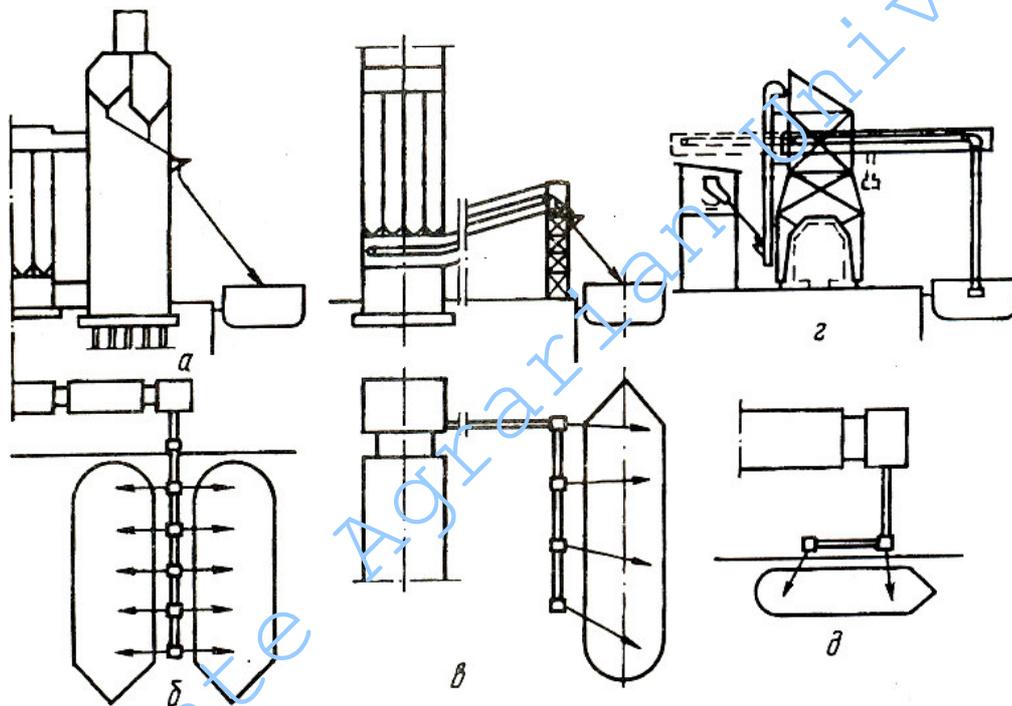


Рис. 74. Отпуск зерна на водный транспорт:

а – непосредственно из бункеров в рабочем здании; б – через галерею, расположенную на пирсе; в – через галерею, расположенную вдоль берега; г – через галерею и портал с норией, выдвижным конвейером и бросателем; д – при помощи устройства для отгрузки на речные суда.

При близком расположении элеватора к причальной линии возможен отпуск зерна непосредственно из рабочей башни. Отпускные бункера располагают в верхней части рабочего здания, из которых зерно самотеком поступает в трюмы судна. В этом случае отпускные устройства имеют большую производительность. Однако этот способ имеет недостатки:

– рабочее здание элеватора находится близко к берегу, что требует больших капитальных затрат на проведение гидротехнических работ;

– размещение отгрузочных бункеров в верхней части рабочего здания увеличивает высоту, усложняет строительные работы и повышает общие капиталовложения на строительство элеватора; отпускные трубы имеют значительную длину, что представляет определенные трудности при их обслуживании;

– загрузка судов без передвижения возможна лишь при большой длине рабочего здания.

Портовые элеваторы располагают в глубине территории порта на достаточно надежном грунте. Отпускные устройства располагают вдоль берега или на специально выстроенном пирсе, вынося его в море. Первый вариант расположения отгрузочного устройства применяют при неограниченной длине причальной линии. Это относится к речным портовым элеваторам. В морских портах строят пирсы. Расположение отгрузочных устройств на пирсе уменьшает объем дноуглубительных работ, позволяет одновременно загружать два судна с обеих сторон пирса без удлинения отпускных конвейеров.

Зерно с отгрузочного транспортера в трюм судна подают телескопическими отпускными трубами. Эти трубы при помощи специальных лебедок можно поворачивать вокруг вертикальной оси, поднимать и опускать, изменять их длину. Недостатком применения телескопических труб является необходимость разравнивания зерна в трюмах. Этот недостаток устранен в отпускном устройстве, расположенном на портале, перемещаемом по рельсам вдоль причальной линии. На портале имеется поперечный выдвижной конвейер, на который зерно подают норией. На конце конвейера устанавливают вертикальную телескопическую самотечную трубу и подвешенный к ее нижнему концу зернометатель, который позволяет устранить необходимость разравнивания зерна в трюме и обеспечивает механизированную подачу его в любое место трюма.

Для отпуска зерна на речные суда с базисно-перевалочных и пристанских хлебоприемных предприятий применяют более простые отпускные устройства. Чаще всего устанавливают лишь один отпускной конвейер и 2-4 отпускные трубы в зависимости от грузоподъемности судов. Отпускные бункера располагают в рабочем здании элеватора, их вместимость незначительна (50-100 т).



Рис. 75. Галереи отгрузки на воду

8. СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Ленточные транспортеры

Ленточный транспортер является многоцелевым, транспортным средством непрерывного действия. Он способен транспортировать сыпучие продукты с высокой часовой производительностью, на большие расстояния, следуя различным профилям или направлениям, в горизонтальном или наклонном под небольшим углом положении.

Из всех имеющихся видов транспортного оборудования ленточный конвейер, вероятно, является наиболее известным и широко используемым.

Направления его использования и схемы так многочисленны, что все показать невозможно.

Простота конструкции, высокая эффективность, низкие потери на трение. Небольшая мощность привода и экономичность – вот основные характерные особенности, которые делают ленточный конвейер наиболее распространенным типом конвейера.

Ленточный транспортер может перемещать грузы практически на любое расстояние. Длина одной конвейерной ленты ограничена только ее прочно-

стью на растяжение. Для конвейеров средней производительности ленты выпускают с каркасом, состоящим из одного или более слоев синтетических волокон.

Необходимая производительность должна быть установлена перед началом проектирования конвейера. Расчетная производительность всей системы определяется рядом факторов, помимо мощности приводного электродвигателя.

8.1 Конструктивные схемы и основные узлы транспортеров

Ленточные транспортеры предназначены для горизонтального, полого-наклонного, горизонтально-наклонного транспортирования зерна и продуктов его переработки.

Ленточные транспортеры ЛТ-200-500, ЛТ-250-650, ЛТ-400-800

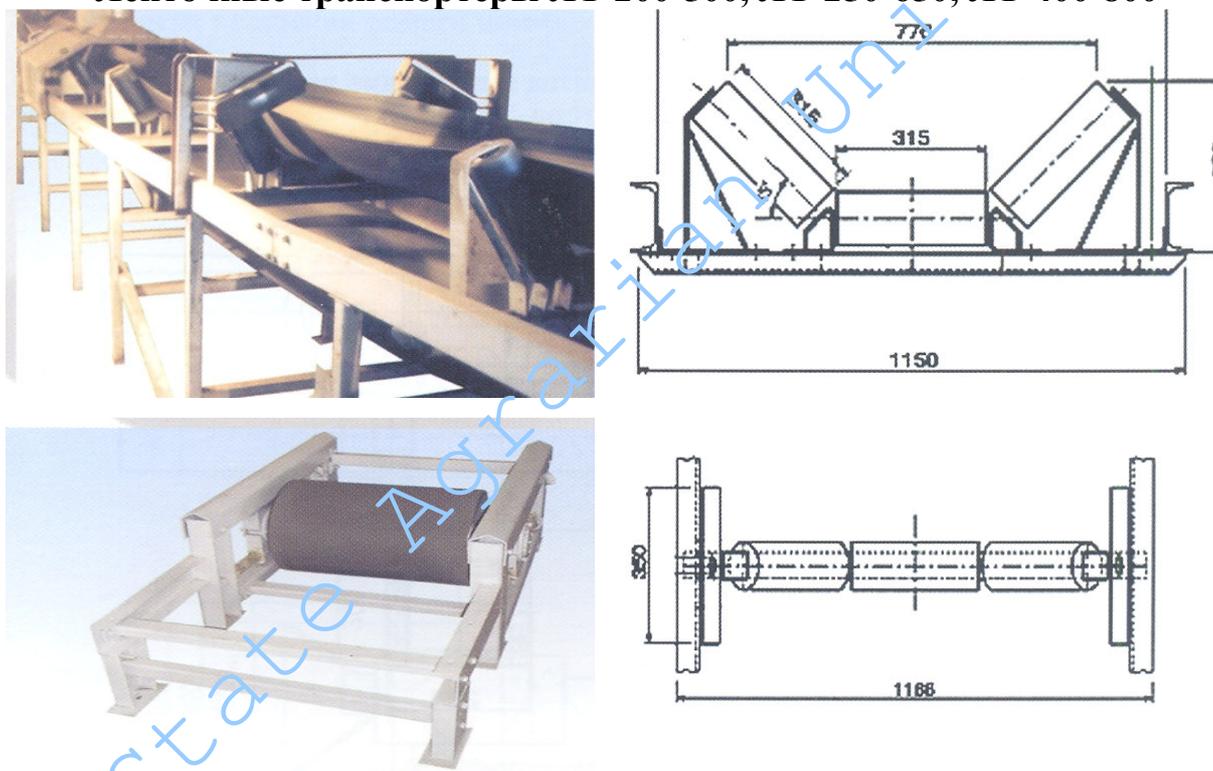


Рис. 76. Ленточные транспортеры

Таблица 7

Технические характеристики

Технические характеристики	ЛТ-200-500	ЛТ-250-650	ЛТ-400-800
Производительность, т/ч (при объемной массе 0,75 т/м ³)	100	175	350
Скорость ленты, м/с		2,7	2,7
Ширина ленты, мм	500	650	800
Наибольшая длина транспортера, м	300	300	300

Ленточные транспортеры состоят из станины, двух концевых барабанов на приводной и натяжной станциях, поворотного барабана, ленты, которая огибает эти барабаны, верхних лотковых (желобчатых) и прямых нижних роликовых опор, установленных на станине транспортера и поддерживающих ленту.

Приводной барабан вращается с помощью мотор-редуктора. Возможно применение мотор барабана. Лента выполняет функции тягового и несущего механизма транспортера. Станина транспортера состоит из трех секций: натяжной, приводной станция и средней части, на которой монтируют роликовые опоры. Натяжная станция выпускается двух видов: винтовая (на малой длине транспортирования) и грузовая (на большой длине транспортирования). Роликовые опоры поддерживают ленту по длине транспортера и в рабочей части придают ей форму лотка. Транспортеры комплектуются высококачественной лентой типа 2ТК200, контрольными датчиками и защитными кожухами.

Цепной транспортер

Предназначен для горизонтального, полого – наклонного, горизонтально – наклонного транспортирования зерна и продуктов его переработки.

Конструкция транспортера позволяет осуществлять быстрый пуск и остановку при полной загрузке, располагать загрузочные и разгрузочные патрубки практически в любой точке. Управление транспортером – автоматическое, дистанционное.

Транспортер состоит из приводной и натяжной станций, привода, загрузочных и разгрузочных патрубков, тягового механизма, представляющего собой цепь с частично обрезиненными скребками, натянутую между двумя звездочками, расположенными в приводной и натяжной станциях, датчиков подпора продукта и обрыва цепи, монтажных метизов.

Короб транспортера состоит из секций двух типов: проходных и разгрузочных. Поперечное сечение короба – прямоугольной формы. Проходные секции собраны из днища и болтами соединены с боковыми стенками нижняя ветвь цепи – рабочая, верхняя – холостая. Для поддержки цепи служат верхние и нижние направляющие.

Транспортеры комплектуются цепями из сталей высокой прочности и контрольными датчиками.

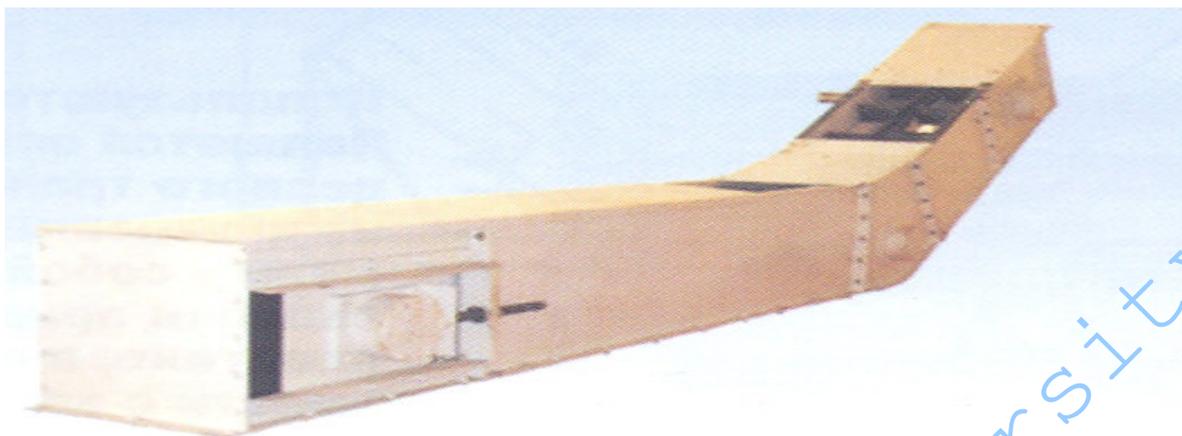


Рис. 77. Цепной транспортер

При количестве выгрузных патрубков больше одного, транспортер может комплектоваться электро– или ручными задвижками. Применением различных видов коленопереходов достигается изменение угла подачи продукта.

Задвижки с электроприводом типа ТЭА

Предназначены для регулирования выпуска зерна из силосов, бункеров и оборудования. Основными узлами являются корпус механизма заслонки и электропривод. Корпус сварен из листовой стали, в средней части имеет прорезь и направляющие для заслонки. К торцевым частям корпуса приварены фланцы из угловой стали. Механизм задвижки включает в себя: заслонку с рейками, вал привода заслонки с шестернями и соединительной муфтой. Приводится в движение от мотор – редуктора типа Е8 – УРВ мощностью 0,27 кВт.

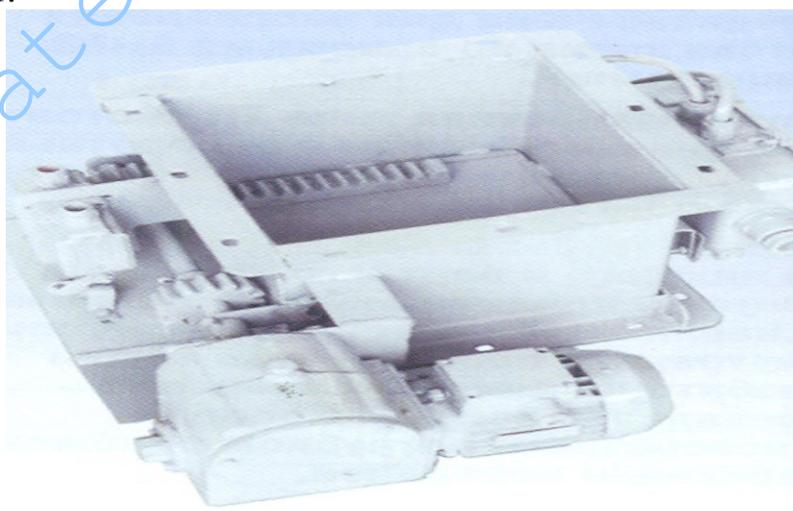


Рис. 78. Задвижки выпускаются двух типов:
тип А – оба отверстия квадратного сечения, тип Б – одно отверстие квадратного сечения, другое круглого сечения.

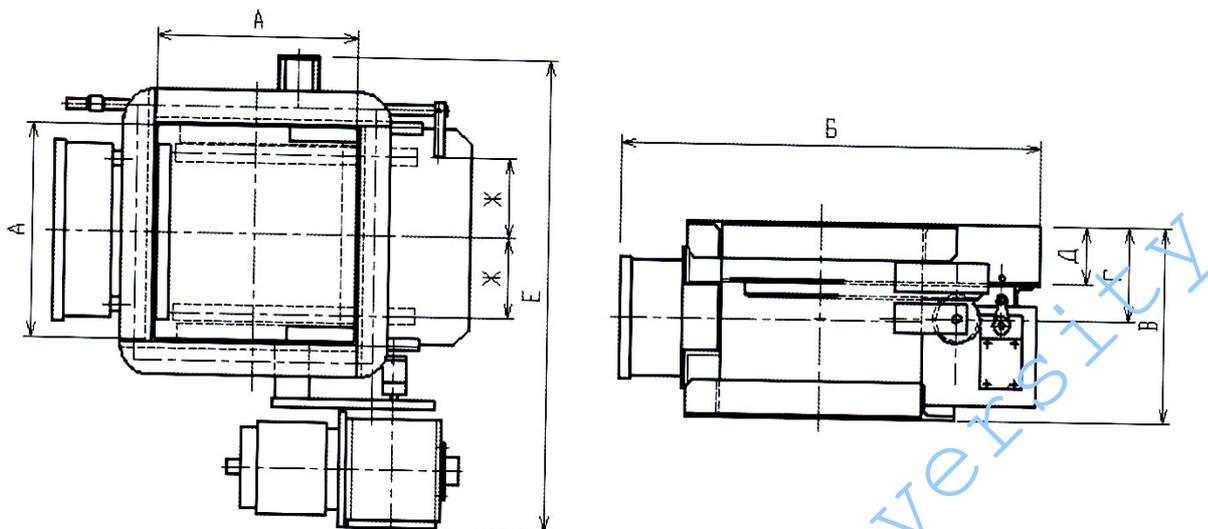


Рис. 79. Задвижки с электроприводом типа ТЭА

Задвижки реечные с ручным приводом типа ТЗР

Предназначены для регулирования выпуска зерна из силосов, бункеров и оборудования. Основными частями задвижки с ручным приводом являются: сварной корпус, шибер с приваренной к нему рейкой, шестерня, штурвал с осью. Корпус ТЗР – 450 представляет собой сварную коробку из листовой стали с фланцами: верхним и нижним. Для остальных задвижек корпусом служат верхний и нижний фланцы, сваренные между собой. К боковым стенкам корпуса приварены направляющие планки, по которым перемещается шибер.

Задвижки выпускаются различной модификации: с фланцами круглого и квадратного сечения.

Шибер перемещается при помощи зубчатой рейки и шестерни, закрепленной на оси штурвала.

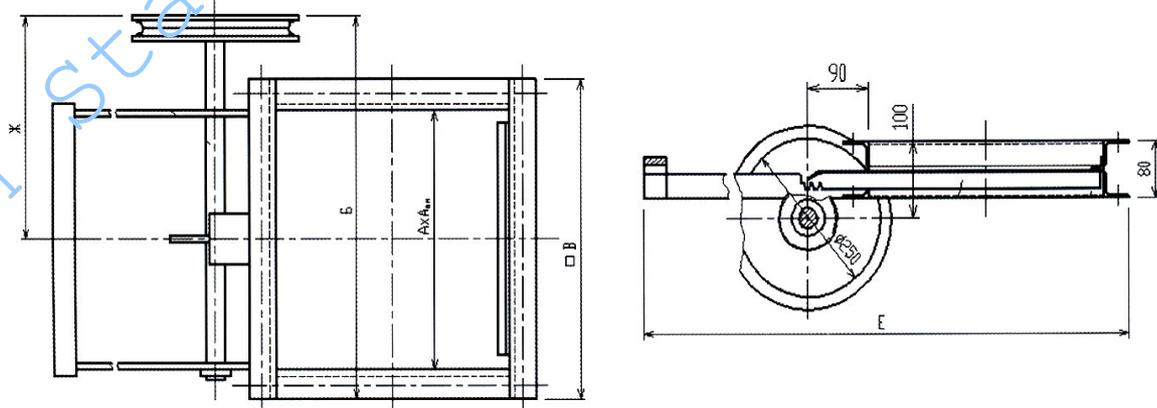


Рис.80. Задвижки

Конвейеры с погруженными скребками зерновые КПС (З)

Конвейеры с погруженными скребками зерновые типа КПС (З) реверсивные предназначены для горизонтального и полого-наклонного транспортирования зерна на элеваторах, хлебоприемных пунктах, мельницах, крупяных и комбикормовых заводах.

Таблица 8

Технические данные

Габариты короба, мм	200	320	400	500
Длина транспортирования (max), м	65	50	32	50
Производительность (max), расчетная по зерну влажностью не более 16 %, т/ч	60	150	300	400



Рис. 81. Конвейеры с погруженными скребками зерновые КПС (З)



Шиберный затвор предназначен для выгрузки зерна, продуктов его переработки и других сыпучих грузов из емкостей конвейеров.

Конвейеры с погруженными скребками зерновые 2КПС (З)

Конвейеры с погруженными скребками зерновые 2КПС (З) предназначены для горизонтального, полого-наклонного до 15° и круто-наклонного (с

углом подъема 15°, 30°, 45°) транспортирования зерна. Задвижка шибберная предназначена для выпуска зерна.

Таблица 9

Технические данные

Габариты короба, мм	200	320	400
Длина транспортирования (max), м	65	40	35
Производительность (max), расчетная по зерну влажностью не более 16 %, т/ч:			
горизонтального конвейера	50	100	175
горизонтально-наклонного конвейера	25	50	80

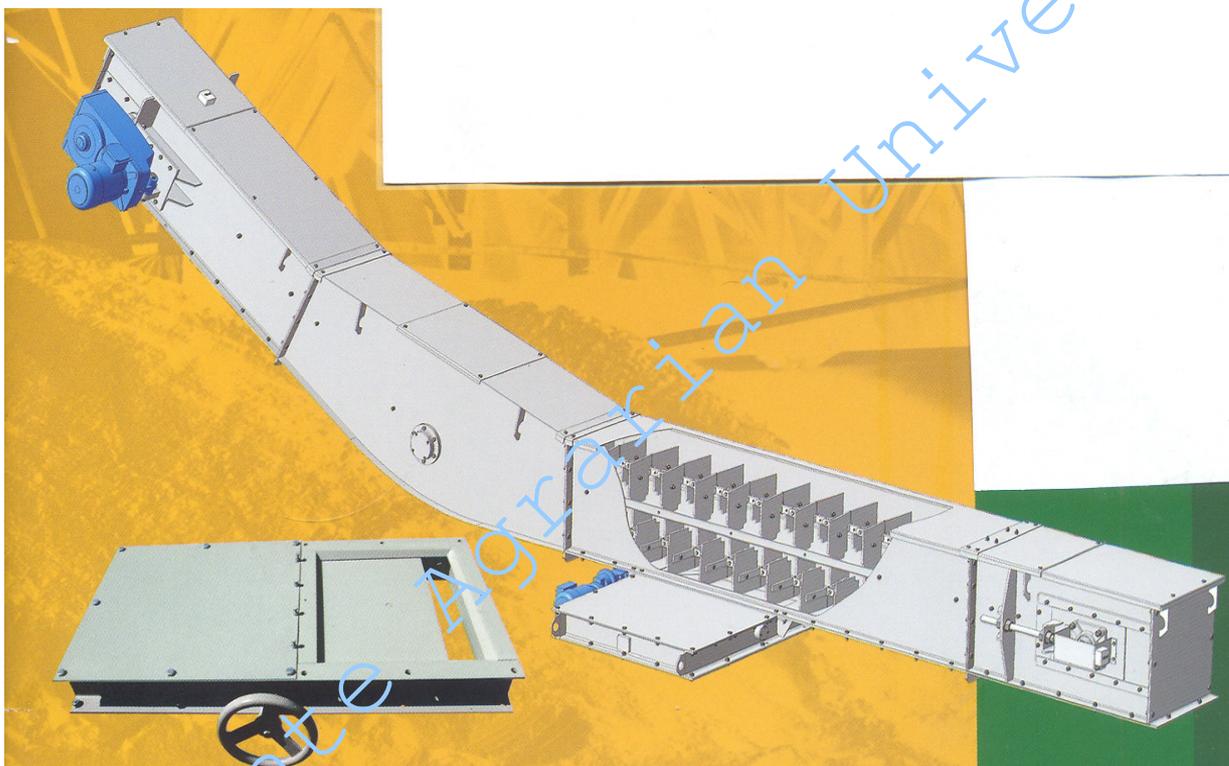


Рис. 82. Конвейеры с погруженными скребками зерновые 2КПС (З)

Винтовые конвейеры

Винтовые конвейеры применяются на элеваторах и в зернохранилищах, на комбикормовых заводах, и во многих отраслях пищевой промышленности. В последнее время их стали применять для разгрузки барж и судов. При сравнении с ленточным и скребковым конвейером винтовой конвейер больше пригоден для транспортирования продуктов на короткие расстояния. Он требует относительно большой мощности и более чувствителен к износу.

Винтовой конвейер состоит из цилиндрического желоба с вращающимся в нем винтовым валом. Винт перемещает поступающий продукт вперед по дну желоба, не придавая продукту вращательного движения. Вал с приваренными к ним витками вращается в подшипниках, установленных через определенные расстояния. Привод осуществляется с помощью приводной группы,

установленной на одном конце вала. Винтовые конвейеры корпорации «СКЭСС» предназначены для горизонтального или наклонного (до 20°) перемещения зерна и продуктов его переработки. Применяются в составе технологических линий элеваторов, мельниц, крупозаводов, комбикормовых заводов, сушильно-очистительных башен и т. д. Винтовые транспортеры состоят из следующих частей: шнека, образующего спиральной поверхностью, приваренной к трубчатому валу; желоба или цилиндрического кожуха с выпускными патрубками; промежуточных (подвесных) и кольцевых подшипников, один из которых - упорный; привода.

Шнек приводится в движение при помощи мотор-редуктора.

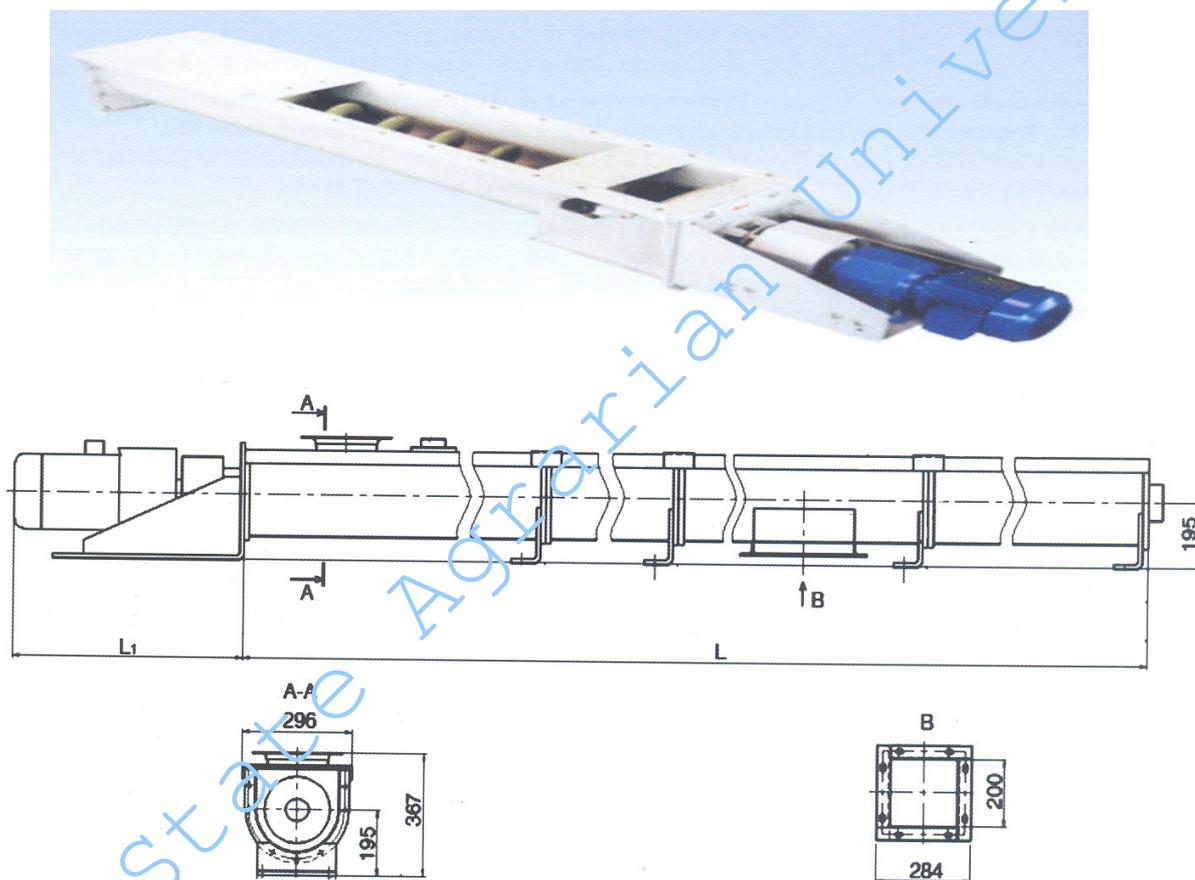


Рис. 83. Винтовой конвейер

Таблица 9

Технические характеристики

Технические характеристики	У21-БКВ-20-20	У21-БКВ-25-25	У21-БКВ-32-32
Производительность, т/ч	10	16	32
Диаметр винта, мм	200	250	320
Максимальный угол наклона, град	20	20	20

Винтовые конвейеры «SmartGrain» предназначены для горизонтальной или наклонной транспортировки зерна, муки, комбикорма и гранул. Преимуществом являются спираль, изготовленная из стали высокой твердости, и короб конвейера, изготовленный из оцинкованной стали. Эти показатели придают большую коррозионостойкость и долговечность.

Винтовой конвейер представляет собой конструкцию на болтовых соединениях, оснащенную валом с трапецевидной спиралью и установленным на подшипники скольжения с полимерными вкладышами высокой прочности.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (3D вид конвейера с разрезом)

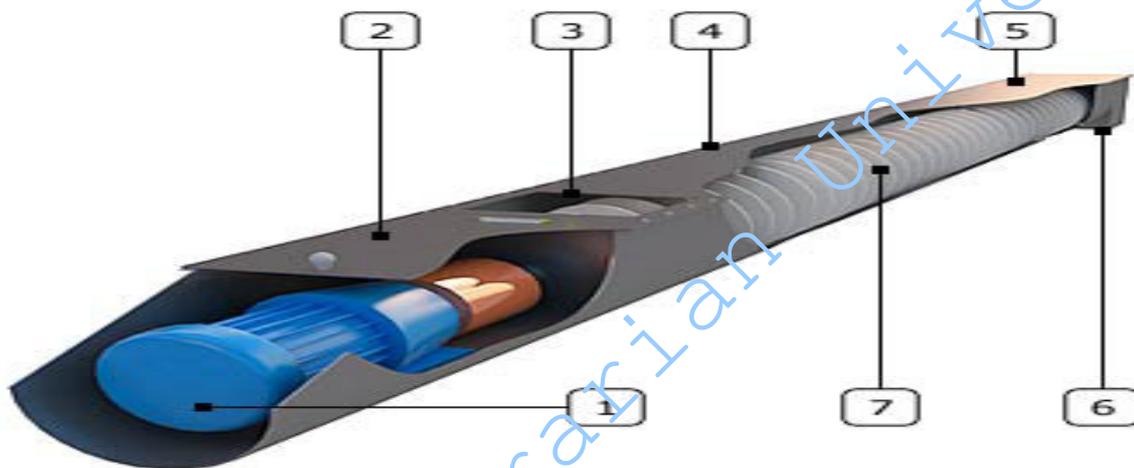


Рис. 84. (3D вид конвейера с разрезом)

1 - привод (мотор-редуктор); 2 - приводная секция; 3 - загрузочный патрубков; 4 - проходная секция; 5 - концевая секция; 6 - выгрузной патрубков, 7 - шнек.

Таблица 10

Технические характеристики винтовых конвейеров

Характеристики	TR220	TR270	TR320	TR370	TR420	TR470	TR500
Производительность, м ³ /ч	27	67	107	167	235	300	365
Производительность, т/ч (0,75 т/м ³)	20	40	80	125	175	225	275
Диаметр шнека, мм	200	250	300	350	400	450	480
Обороты в минуту	160	145	145	126	124	114	112
Ширина короба	220	280	320	370	420	470	500

Винтовые конвейеры также применяются для вертикального транспортирования. В этом случае захват продукта винтом возможен только в том случае, если винт выступает из цилиндрического желоба на некоторое расстояние. При медленном вращении винта в массе продукта действуют следующие силы: сила внутреннего трения продукта, сила внешнего трения продукта о стены цилиндрического желоба и винтовую поверхность, гравитационная и центробежные силы, создаваемые винтом и влияющие на продукт.

8.1. Нория

Нория (ковшовый элеватор) – очень эффективное средство вертикального транспортирования зерна и побочных продуктов его переработки. Для уменьшения пожаро-и взрывоопасности и улучшения надежности работы нории повышенное внимание уделяется различным вариантам конструкции, основным узлам, размещению оборудования и установке устройств контроля и управления. Благодаря очень высокой прочности на разрыв современных лент и синтетических волокон уже не являются исключением высота транспортирования 80 м и производительность до 1000 т/ч. Ковшовые ленточные нории особенно широко применяют в пищевой промышленности для вертикального транспортирования, например, зерна, муки, зерновых и побочных продуктов. Их обычно устанавливают стационарно, но монтируют и на передвижной раме.

Кроме преимуществ высоты и высокой производительности, нория обладает также следующими положительными характеристиками: это довольно дешевое средство вертикального транспортирования с высокой эффективностью и приемлемой потребляемой мощностью. Ограничена производственная площадь, механизмы хорошо защищены от пыли, современные нории надежны и их износ незначителен.

Нории при неправильном эксплуатировании может дробить зерно при забросе продукта ковшами из башмака нории. Может происходить смешивание продуктов из-за наличия остатков в углах норийного башмака, особенно при частой смене транспортируемых продуктов, их чувствительность к перегрузке, вызываемой просыпанием зерна из поднимающихся вверх ковшей, выделение пыли внутри норийных труб.

Нории предназначены для работы в составе схемы технологического процесса с продолжительным режимом работы как внутри помещений, так и на открытом воздухе. Служат для вертикального транспортирования зерна, продуктов его переработки (муки, крупы, отрубей) и других сыпучих материалов на элеваторах, зерноскладах, портах, мельницах, хлебокомбинатах.

По своей конструкции нории делятся на одинарные и двойные, по типу разгрузки на центробежные тип II (2,2-3,6 м/с) и центробежно-гравитационные тип I (1,1-1,8 м/с).

В сдвоенном исполнении нория имеет не одну, а две ленты с ковшами и соответственно два приемных и два разгрузочных патрубка, по два барабана вверху и внизу, но один привод. По ширине труба в два раза больше трубы одинарной нории, но посередине сделана стенка. Таким образом, образуются два канала, в которых движутся ленты с ковшами. Такие нории могут перемещать два разных продукта и экономичнее двух одинарных. Недостаток их лишь в том, что при вынужденной остановке одной половины останавливают и другую.

Нория 1-10. Приводится в движение от электродвигателя через червячный редуктор. Валы электродвигателя и редуктора соединены муфтой. Натяжное устройство – винтовое. Нория имеет одну норийную трубу с натяжным люком и несколько секций норийных труб со смотровыми люками. Продукт подается в башмак нории против хода движения норийной ленты, для чего предусмотрен один приемный патрубок.

Нория 1-20. Приводится в движение от электродвигателя двумя клиновыми ремнями через двухступенчатый цилиндрический редуктор марки РТ-2. Приемный патрубок расположен со стороны подачи продукта против хода движения ленты с ковшами. Башмак нории снабжен винтовым натяжным устройством и двумя задвижками для устранения возможных завалов нории. В головке сделан патрубок для присоединения воздухопровода аспирационной сети.

Нория 11-50. Приводится в движение от электродвигателя через двухступенчатый цилиндрический редуктор. Привод и подшипники вала барабана головки нории опираются на железобетонные тумбы, которые возводятся монолитно с перекрытием. Корпуса подшипников смонтированы на литых плитах, снабженных регулировочными клиньями. Поступление продукта регулируется задвижками. Для предотвращения завалов нория снабжена мембранным датчиком уровня зерна. Для контроля скорости, пробуксовки и обрыва норийной ленты предназначены реле скорости и датчики скорости, установленные на башмаке. При внезапном прекращении подачи электроэнергии нория выключается шариковым остановом, установленным на конце быстрого вала редуктора.

Нория 11-100. По конструкции в основном такая же, как и нория 11-50. Отличие заключается в том, что поступление зерна в приемные патрубки регулируется штурвалом. При помощи зубчатого колеса и зубчатой рейки, прикрепленной к задвижке, штурвал поднимает или опускает ее, регулируя величину потока продукта, поступающего в норию.

Нория 11-175. Диаметр барабана головки в нории 11-175 равен 1160 мм, а башмака – 800 мм. Поэтому оси барабанов смещены на 180 мм. Увеличение диаметра барабана головки объясняется тем, что для этой нории требуется лента большей толщины. При малом диаметре приводного барабана

увеличивалась бы потребная мощность на изгиб ленты. Меньший диаметр барабана башмака не только уменьшает габариты, массу и стоимость нории, но и позволяет разместить ниже приемные патрубки, что дает возможность направить продукт из более далеких точек.

Различные диаметры барабанов вызвали необходимость сделать трубу с восходящей лентой вертикальной, а на нисходящем участке ленты около барабана – наклонный участок.

Приводной вал с насаженным на него литым барабаном установлен на подшипниках качения. Последние смонтированы на литых чугунных плитах, установленных на бетонные тумбы. Под разгрузочным патрубком головки нории прикреплен патрубок для подсоединения нории к аспирационной системе.

Натяжение ленты обеспечивает грузовое устройство, состоящее из двойной рамы из уголковой стали. К обеим сторонам рамы приварены полки для установки грузов. Величину натяжения ленты регулируют количеством грузов.

Для регулирования количества продукта, поступающего в норию, приемные патрубки снабжены вертикальными реечными задвижками, приводимыми в движение вручную от штурвала. Для фиксации в требуемом положении задвижки снабжены храповым механизмом.

На рамках натяжного устройства нории на специальном кронштейне установлен датчик ДМ-2, служащий источником ЭДС для реле РС-6. При уменьшении скорости нории, проскальзывании ленты или ее обрыве реле скорости обеспечивает автоматическое отключение привода.

Нория 11-350. По конструкции она такая же, как и нория 11-175. На элеваторах эти нории проходят через зерновые железобетонные бункера. В этом случае лента с ковшами движется в железобетонных колодцах, которые имеют поперечные размеры несколько большие, чем размеры норийной трубы.

Нории с ковшами без дна. Нория У2-УН-175 отличается от серийно выпускаемой нории 11-175 габаритными размерами (имеет габаритные размеры нории 11-100), более широким ассортиментом перемещаемого продукта (зерно и продукты его переработки). Нория с ковшами без дна (рис. 85) имеет головку 1, состоящую из приводного барабана с валом и опорными подшипниками. В нижней части кожуха сделаны фланцы для присоединения труб. Привод нории осуществляется от электродвигателя 4 через редуктор 5. Его собирают на раме вместе с головкой нории. Башмак 8 нории состоит из корпуса и натяжного устройства с барабаном. Корпус башмака имеет два приемных носка и два фланца для присоединения норийных труб, а также задвижку, регулируемую производительность нории. Задвижка 3 состоит из реечного механизма и щита.

Норию укомплектовывают секциями норийных труб прямоугольного или круглого сечения следующих типов: прямая со смотровым люком, с натяжным и смотровым люками, с аспирационным патрубком. Нория имеет

ковши двух типов: без дна IV-100-II и с дном IV-100-IIб. Нория оборудована контрольными приборами: датчиком уровня СУМ-1, датчиком УПДС в комплекте с реле контроля скорости РС-67 и конечным выключателем.

Нория У2-УН-250 создана на базе серийно выпускаемой нории II-175 и по конструкции в основном не отличается от нории У2-УН-175. Дополнительно эта нория снабжена взрыворазрядительными устройствами, два из которых находятся в башмаке, а одно – в головке. Норию комплектуют ковшами без дна IV-250-IIа и с дном IV-250-IIб.

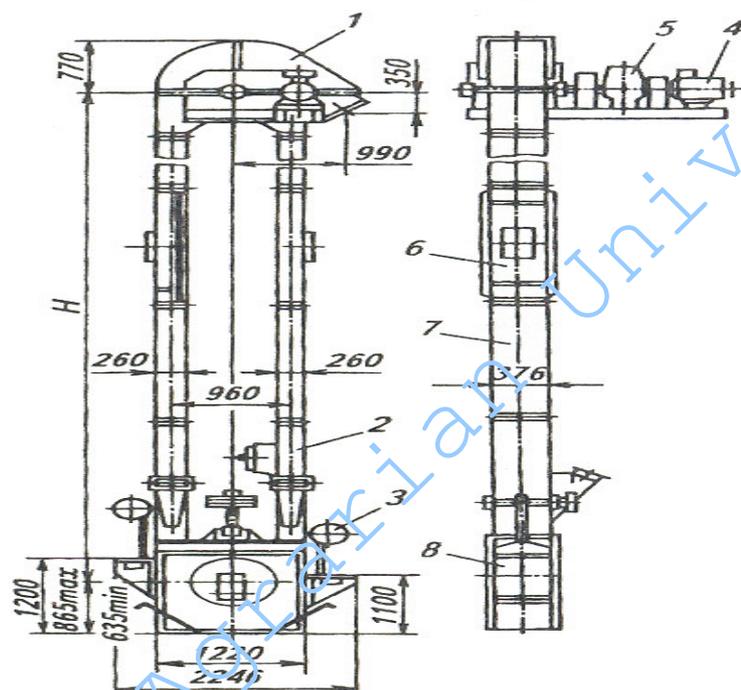


Рис. 85. Нория У2-УН-175:

1 – головка; 2 – труба с аспирационным патрубком и датчиком скорости УГЦС; 3 – задвижка; 4 – электродвигатель; 5 – редуктор; 6 – труба с натяжным и смотровым люками; 7 – труба прямая; 8 – башмак

Норию укомплектовывают секциями норийных труб прямоугольного или круглого сечения следующих типов: прямая со смотровым люком, с натяжным и смотровым люками, с аспирационным патрубком. Нория имеет ковши двух типов: без дна IV-100-II и с дном IV-100-IIб. Нория оборудована контрольными приборами: датчиком уровня СУМ-1, датчиком УПДС в комплекте с реле контроля скорости РС-67 и конечным выключателем.

Нория У2-УН-250 создана на базе серийно выпускаемой нории II-175 и по конструкции в основном не отличается от нории У2-УН-175. Дополнительно эта нория снабжена взрыворазрядительными устройствами, два из которых находятся в башмаке, а одно – в головке. Норию комплектуют ковшами без дна IV-250-IIа и с дном IV-250-IIб.

Нории Корпорации «СКЭСС» комплектуются цельнотянутыми стальными ковшами, высококачественным норийным ремнем, контрольными дат-

чиками. Для предотвращения обратного хода ленты на головке нории установлен храповой тормоз. Производительность нории от 10 до 400 т/ч.

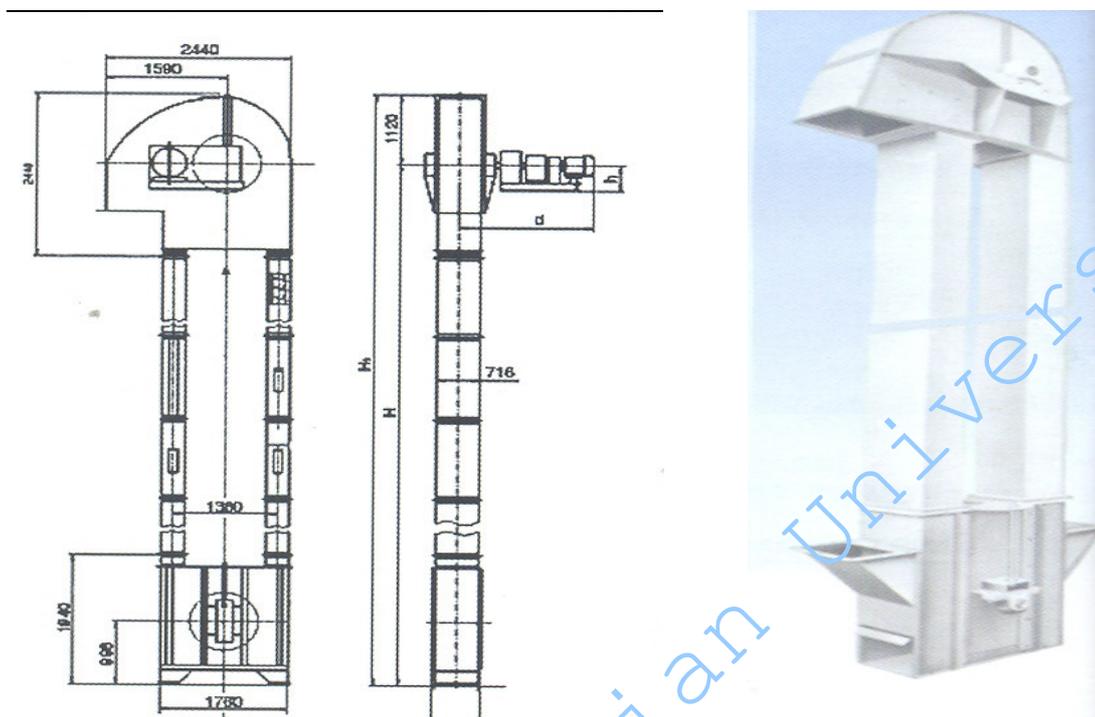


Рис. 86. Нории севкавэлеваторспецстрой

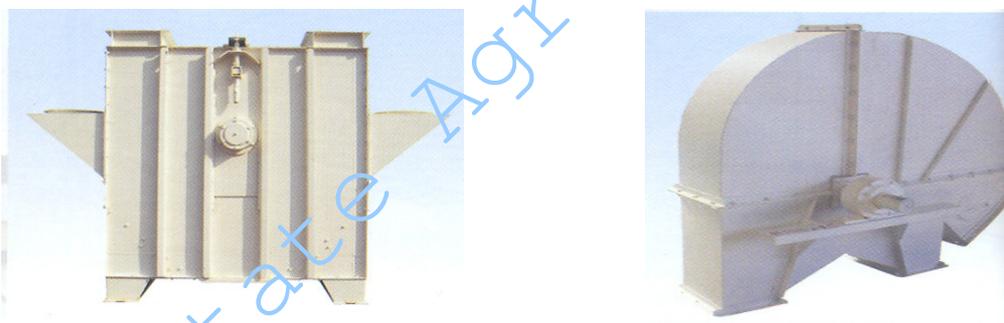


Рис. 87. Башмак и головка нории

Таблица 11

Технические характеристики

Технические характеристики	1-10	1-2x10	1-20	1-2x20	П-50	П-100	П-175	П-175А	П-400
Производительность, т/ч	10	10+10	20	20+20	50	100	175	200	400
Скорость ленты, м/с	1,4	1,4	1,6	1,8	2,2		2,4	3,8	3,8
Ширина ленты, мм	150	2x250	175	2x175	200	300	300	300	650
Шаг ковшей, мм	260	260	260	260	160	180	-	166	166
Емкость ковша, л	1,2	1,2	1,5	1,5	1,7	3,0	-	4,16	4,16

Ковши норийные

Ковш является основным транспортным органом в различных типах норий. Предназначены для вертикального транспортирования зерна и продуктов его переработки. Они изготавливаются из листовой стали различной толщины и закрепляются при помощи болтовых соединений на норийной ленте.

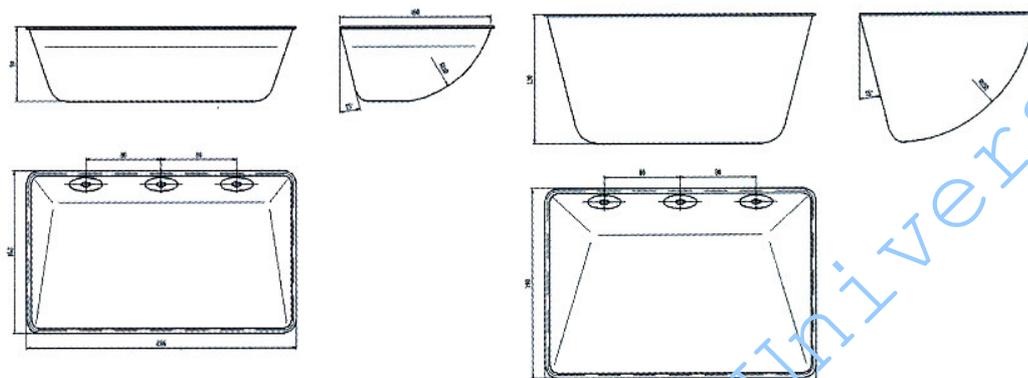


Рис. 88. Ковши норийные

Таблица 12

Технические характеристики

Технические характеристики	Н-100	Н-400
Ширина, мм	280	280
Вылет, мм	160	185
Высота, мм	90	130
Емкость, л	3,0	4,16

Нории ленточные самонесущие типа НЛС

Нория ленточная самонесущая НЛС предназначена для вертикального перемещения зерна, семян масличных культур, комбикормов и их сыпучих компонентов на производственных объектах по хранению, переработке и использованию растительного сырья агропромышленного комплекса.

Нории, поставляемые компанией «SmartGrain», отличаются долговечностью, безопасной эксплуатацией и низким потреблением энергии, устойчивы к соединениям, оснащенные валами, установленными на подшипниках промышленного типа. Нории поставляются в виде легко собираемых модульных секций из оцинкованной стали и имеют широкий перечень дополнительных комплектующих.

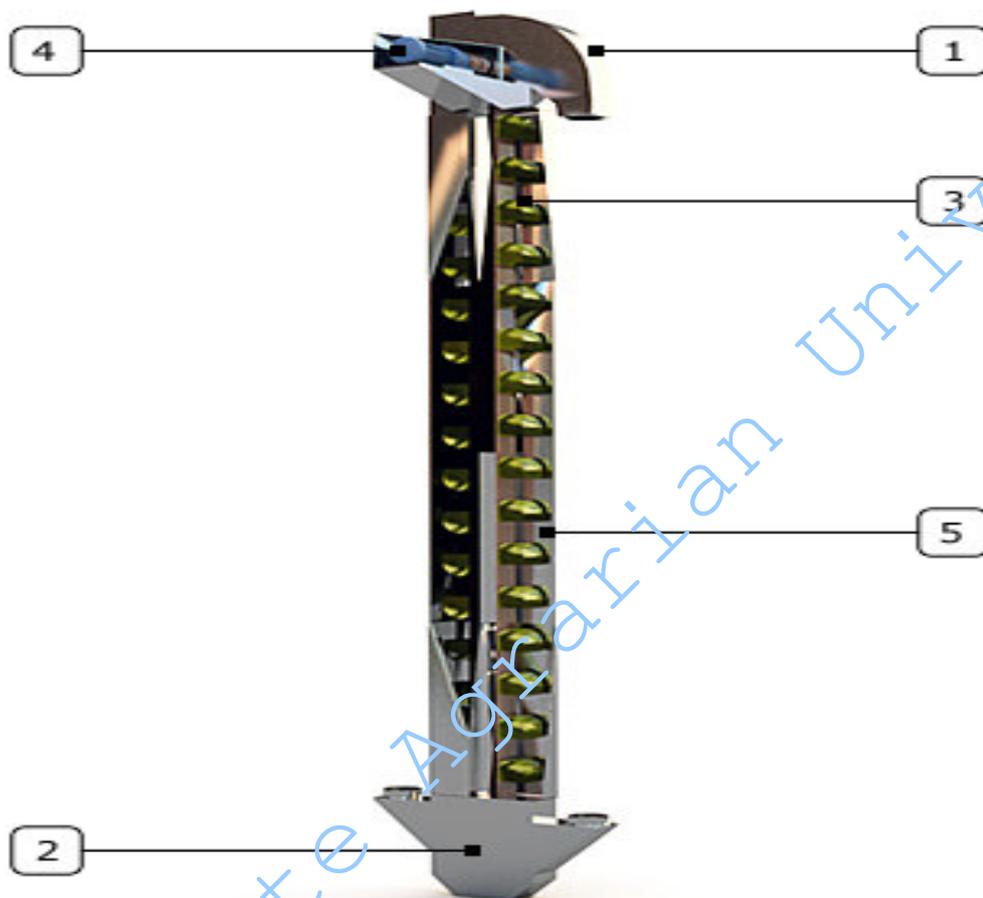


Рис. 90. Нории, поставляемые компанией «SmartGrain», конструктивные элементы нории (3D вид нории с разрезами)

1- головка нории; 2 - башмак нории; 3 - лента с ковшами; 4 - привод (мотор-редуктор); 5 - шахта нории.

Норийные трубы

В основном обе ветви норийной ленты устанавливаются в закрытом кожухе или трубах, которые ограничивают выделение пыли. Обе ветви могут располагаться в одной или двух отдельных трубах. В течение многих лет вдвоенная норийная труба была общепринятым стандартным решением из-за использования очень больших приводных барабанов. Использование приводных барабанов меньшего диаметра с большими лентами побудило применять на высокопроизводительных нориях одну норийную трубу. Преимущество одной трубы – сбалансированное давление внутри нее.

Иногда применяют трубы круглого сечения, монтаж которых, как утверждают, дешевле.

На высокопроизводительных нориях, монтируемых в рабочем здании элеватора, металлические норийные трубы иногда могут отсутствовать (встроенная конструкция). Между головкой и башмаком нории норийная лента перемещается в вертикальном бетонном корпусе, который сооружается методом скользящей опалубки. Недостатками этой системы являются не только высокая стоимость и большая занимаемая площадь, но также и то, что она обуславливает появление большого количества взвешенной пыли вследствие сдвоенных ветвей норийной ленты; кроме этого, доступ к ковшам при необходимости их замены затруднен.

Устройства контроля и безопасности

Для защиты механизмов и обслуживающего персонала на всех нориях устанавливают устройства, позволяющие обнаружить неисправности, которые могут возникать в процессе эксплуатации.

Все устройства и датчики должны быть соединены со звуковой системой и заблокированы так, чтобы питающий конвейер отключался при срабатывании звуковой сигнализации и через некоторое время останавливался главный электродвигатель. Все выключатели необходимо соединять таким образом, чтобы были исключены неожиданные пуски.

В прошлые годы на зерновых элеваторах происходили очень часто, нередко со смертельными исходами и огромными разрушениями. Исследования показали, что основной причиной взрывов была работа норий. Нории могут быть во многих случаях источником загораний, а концентрация пыли внутри нории часто находится во взрывоопасных пределах.

В связи с этим необходимо иметь встроенные в норию устройства контроля запыленности, а источников загорания следует избегать. Нории должны быть защищены от попадания в них крупных посторонних предметов и от теплоты, возникающей при пробуксовке приводного барабана или трении ленты о норийную трубу.

Самотечное транспортирование

Гравитационный поток играет важную роль в зернохранилищах, на элеваторах и зерноперерабатывающих предприятиях при перемещении гранулированных сыпучих продуктов от одной точки к другой, например загрузочные трубы к силосам, разгрузочные патрубки под бункерами и соединительные трубы между различными транспортными элементами. Они почти всегда полностью закрыты и образуют желоба, по которым направляется продукт. Круглые трубы применяются для небольших потоков (до 50 т/ч). При высокой производительности используют трубы прямоугольного или квадратного сечения со съемной крышкой и сменным защитным покрытием. В отличие от основных транспортных систем проектированию и конструированию самотечного транспортирования обычно уделяют мало внимания. Определение

оптимальной конструкции – сложная проблема. Поэтому важно, чтобы проектировщик знал некоторые характеристики потока в самотечном транспорте и его поведение, особенно влияние формы, или геометрии, желоба или трубы.

Самотеки обычно используют для направленного потока продукта к точке разгрузки, но они могут служить также и в качестве устройств для контроля потока. Иногда может потребоваться по возможности более высокая скорость на входе, чтобы получить максимальный «бросок» продукта. В других случаях желательно, чтобы скорость на входе соответствовала скорости приемного конвейера, например, при подаче продукта на ленточный конвейер. Угол наклона, скорость потока и геометрия самотека – взаимосвязанные факторы.

При гравитационном транспортировании гранулированных сыпучих продуктов по желобам и трубам возможны два вида потока – ускоренный и замедленный.

При оптимальном ускоренном потоке продукт контактирует с днищем желоба и боковыми стенками, не касаясь верхней части желоба. При замедленном потоке желоб полностью заполнен, поэтому продукт находится в контакте с четырьмя стенками желоба.

При ускоренном потоке продукт, входя в желоб, приобретает ускорение, его скорость увеличивается, но затем в результате кривизны желоба и уменьшения наклона скорость его снижается (рис.91, а-в).

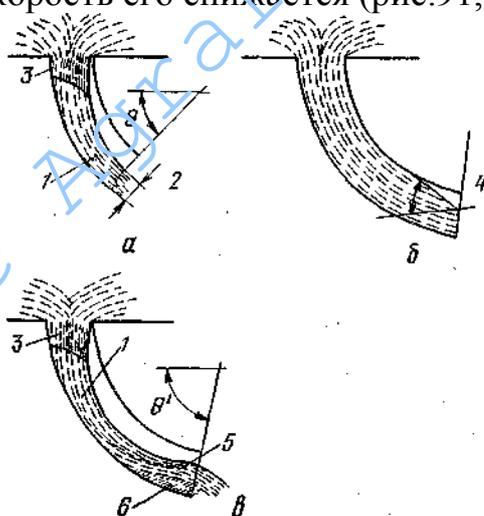


Рис.91. Виды потока:

а – ускоренный поток; *б* – замедленный поток; *в* – неустойчивый поток; 1 – зона ускорения; 2 – минимальная толщина слоя; 3 – зона свободного падения, обусловленная эффектом сужающейся струи; 4 – угол естественного откоса; 5 – зона замедления; 6 – тенденция образовать неподвижный слой, приводящий к нестабильности.

В этом случае толщина слоя продукта изменяется по длине желоба, она минимальная в точке максимальной скорости потока.

Самотеки круглого сечения наиболее дешевые, т.к. имеется большое разнообразие стандартных круглых труб.

Недостатком стандартизованных круглых труб является вид используемого материала. Очень хорошие, износостойкие стали, встречаются редко. Кроме того, круглые фланцы значительно дороже прямоугольных (потеря материала). По всем этим причинам они используются только на переходных участках.

Большое значение на этапе проектирования имеет проблема износа. Элементы установок, транспортирующих продукт, как в условиях падения, так и скольжения, сильно изнашиваются. Каждый год огромное количество стали теряется истиранием. Желоба, самотеки и патрубки, предназначенные для транспортирования абразивных продуктов, приводят к значительным расходам на текущий ремонт и вызывают частые остановки производства. Это приводит к снижению производительности, перерывам в работе, непрерывному загрязнению окружающей среды и постоянной заботе для инженерной службы предприятия.

Ремонт появляющихся отверстий неблагоприятная и бесконечная работа. Удовлетворительный ремонт достигается привариванием временных стальных пластин, но это запрещено на всех зерноперерабатывающих предприятиях. Следовательно, во многих случаях аварийный ремонт состоит в приклеивании или зажиме тонких стальных пластин над появившимися отверстиями. Кроме того отдельные узлы, которые через некоторое время потребуют ремонта, должны состоять из элементов, собранных на болтах, максимальной массой 35 кг с тем, чтобы отдельный элемент можно было снять, если необходимо, и отнести в мастерскую, где проводится сварка в контролируемых и безопасных условиях. Для предотвращения просипи из переходного желоба, появляющейся в результате износа, используют съемные защитные пластины. Замену таких пластин следует осуществлять в возможно короткий срок. Большинство зерноперерабатывающих предприятий так интенсивно работает, что длительный простой допустить нельзя. Поэтому защитные пластины должны быть достаточно толстыми и долговечными. В настоящее время используют сменные защитные пластины, изготовленные заранее из хорошей стали. Их можно заменить очень быстро. Хотя начальные затраты выше, но долговечность приводит к меньшим расходам на текущий ремонт, повышению эффективности замены, экономии времени на замену и сокращению простоев.

9. АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА

9.1. Цель и задачи вентилирования

Одна из наиболее распространенных технологий обработки зерна – активное вентилирование. Применение этой технологии в процессе обработки и хранения зерновых насыпей позволяет предупредить и ликвидировать самосогревание зерна, а также охладить его до температуры, обеспечивающей длительную количественно-качественную сохранность.

При вентилировании насыпей теплым воздухом низкой относительной влажностью зерно сушится, ускоряется процесс послеуборочного дозревания свежееубранного зерна, улучшаются хлебопекарные качества. Охлаждение и подсушивание зерна создают неблагоприятные условия для развития вредителей хлебных запасов и микроорганизмов.

Для активного вентилирования зерна в складах, на площадках и в силосах элеваторов в настоящее время используют большой парк оборудования различного вида, получившие в производстве название установок. Проветривают, охлаждают и частично просушивают зерно средствами активного вентилирования, не требующими перемещения зерна.

Активное вентилирование – это интенсивное продувание насыпи зерна атмосферы, подогретым или искусственно охлажденным воздухом, которое проводят для сохранения количества и улучшения качества зерна в процессе хранения.

Воздух, нагнетаемый вентиляторами, вводится в зерновую насыпь через систему каналов или труб и пронизывает ее в различных направлениях. Проведение активного вентилирования зерна и семян с высоким технологическим эффектом требует большого разнообразия различных установок, различающихся между собой по способу установки – стационарные и переносные; по способу подачи воздуха в зерновую массу – с вертикальным или радиальным (рис. 92); по типу воздухораспределительных устройств – с каналами или коробами; перфорированным полом или трубами и некоторыми другими особенностями.

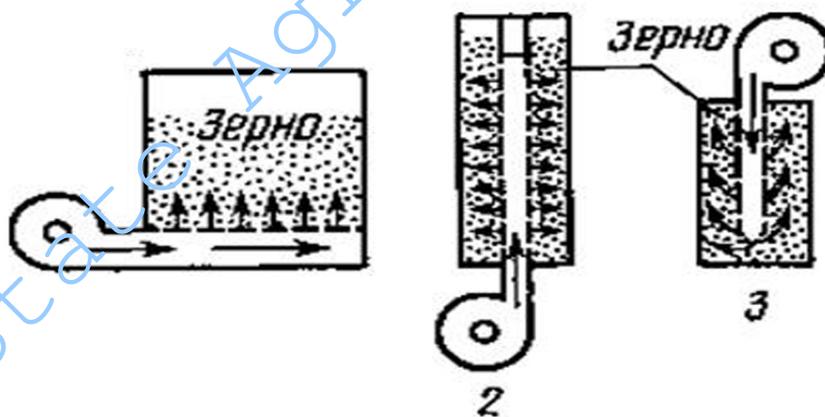


Рис. 92. Схема движения воздуха

Используя установки для активного вентилирования, легко и быстро проводят дегазацию зерновых масс после обработки фумигантами. Активное вентилирование исключает травмирование зерна, что в той или иной степени происходит во время пропуска зерновых масс через зерносушилки, зерноочистительные машины. Это особенно важно для семенного материала.

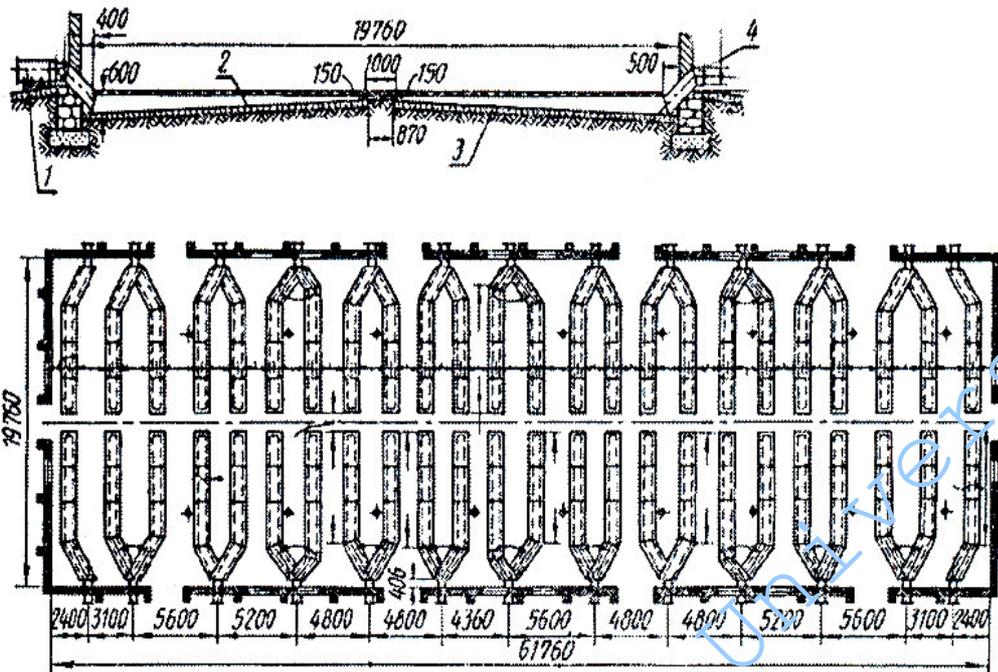


Рис. 94. План расположения каналов-воздуховодов установки СВУ – 2 в типовом складе емкостью 3200 т:

1 – вентилятор ВМ-200; 2 – асфальт; 3 – утрамбованный щебень; 4 – патрубок

Из воздухораспределительного канала воздух поступает в зерновую насыпь и выходит по всей длине через щели, образующиеся между щитами и боковыми стенами канала.

На установке СВУ-2 вентилируют зерно пшеницы, ячменя, ржи, овса, бобовых культур с влажностью не выше 24%, а зерно проса, гречихи и подсолнечника – с влажностью не более 22%.

Стационарная вентиляционная установка СВУ-63 предназначена для вентилирования зерна с влажностью до 26% и его сушки в насыпи с исходной влажностью до 30%.

Каналы установки СВУ-63 обеспечивают пропуск большого количества воздуха и равномерное его распределение по площади пола склада. Она позволяет вентилировать в 1,5 – 2,5 раза больше зерна, чем на других установках. При формировании партий зерна до вентилирования допускается и большая высота насыпи, чем над другими установками.

При монтаже установки СВУ-63 в типовом складе вместимостью 3200 т размещают 16 одинаковых секций, по 8 секций вдоль каждой продольной стены склада (рис. 95). Каждая секция имеет площадь засыпки зерна 76 м² и состоит из магистрального и 18 боковых каналов, расположенных перпендикулярно магистральному каналу, по 9 с каждой стороны. Сами магистральные каналы располагают поперек склада перпендикулярно его продольной оси, но не доходят до нее на 0,3 м.

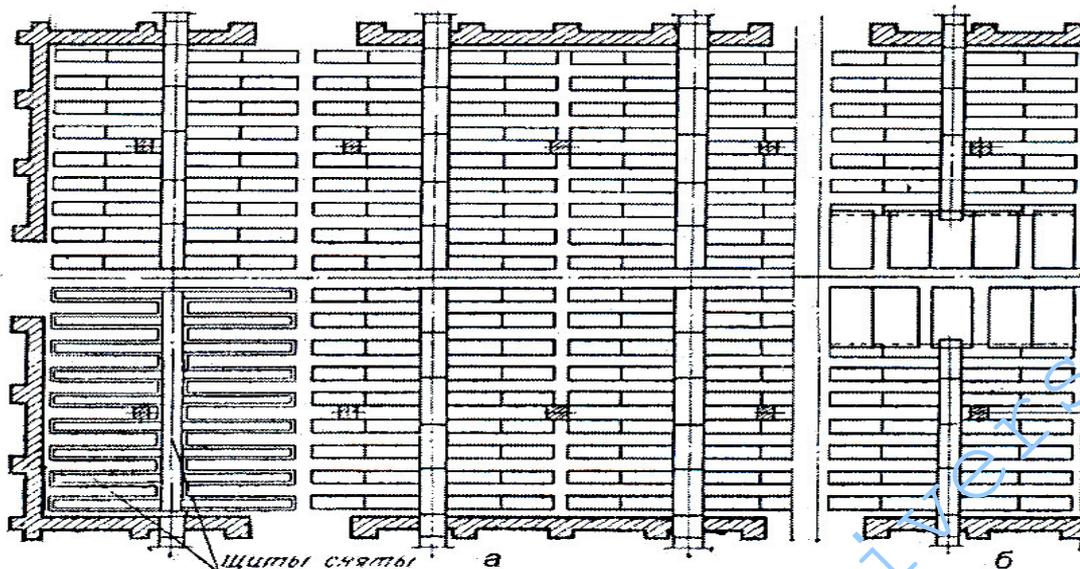


Рис. 95. Размещение секций установки СВУ-63 в типовом складе емкостью 3200 т:

а – без нижней транспортной галереи; б – с нижней галереей

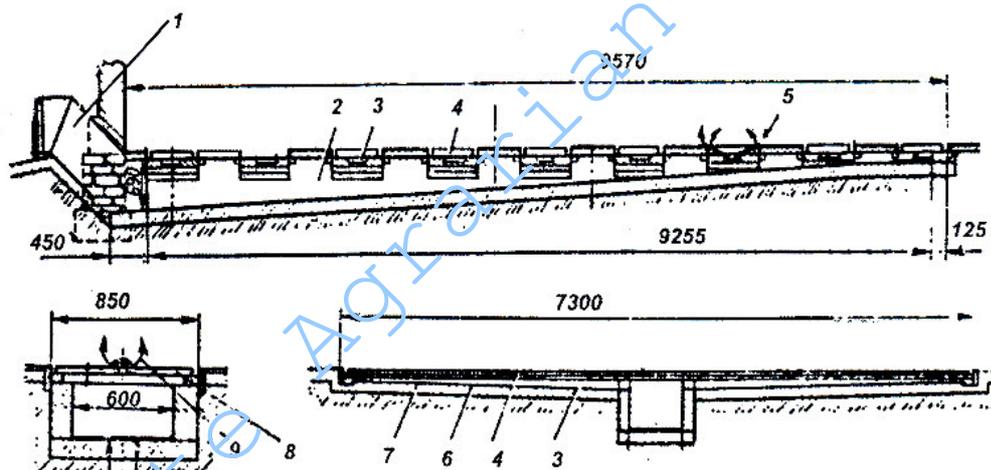


Рис. 96. Устройство каналов установки СВУ-63:

1 – входной патрубок; 2 – магистральный канал воздуховод; 3 – боковой канал-воздуховод; 4, 8 – щиты для перекрытия магистрального и бокового каналов; 5, 9 – струйки воздуха на выходе из магистрального и бокового каналов; 6 – асфальт; 7 – гравий или щебень

Магистральный канал имеет длину 9,57 м, постоянную ширину 0,6 м, но переменную убывающую в конце высоту от 0,6 м до 0,08 м (рис. 51). Такое убывающее сечение магистрального канала дает равномерное распределение воздуха по всем боковым каналам, рассчитанным также на равномерное распределение воздуха по длине. Их длина 3,35 м, ширина 0,25 м, убывающая высота с 0,1 м в начале до 0,05 м – в конце. Между боковыми каналами имеются глухие промежутки шириной 0,52 м.

На магистральные каналы укладываются деревянные щиты, имеющие для выхода воздуха вдоль продольной его оси щели шириной 0,03 м. Над

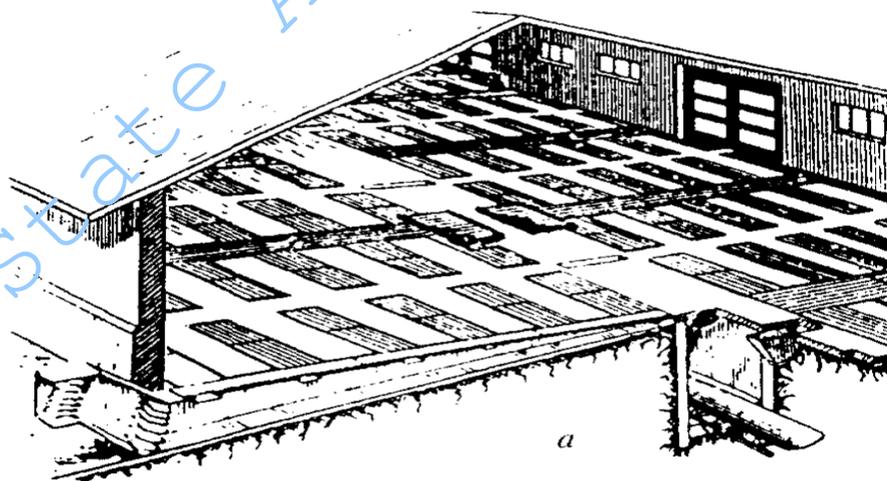
щелью к щиту прибита доска шириной 0,1 м с поперечными прорезями снизу для выхода из канала воздуха. Боковые каналы накрываются деревянными щитами. Из магистрального канала воздух в зерновую насыпь выходит в основном через центральную щель щитов, а из боковых каналов – через боковые зазоры между щитами, полками стенок и краями приямки.

Зерновую насыпь вентилируют одновременно с двух сторон склада и не менее чем на четырех соседних секциях. Закончив вентиляцию зерна в секциях, переставляют два противоположных вентилятора, а два других, подающих воздух в секции между охлажденными и греющимися участками, оставляют на тех же местах. Это позволяет создать заградительную воздушную зону, не пропускающую влагу из необработанных участков насыпи.

Основной недостаток установок СВУ-1 и СВУ-2 в том, что глухие, слабовентилируемые промежутки между соседними каналами достигают 1,5-2,0 м, а у стен хранилища – 4-6 м. Вследствие этого воздух в зерновой насыпи распределяется неравномерно, образуются застойные зоны. Затруднительно и применение средств механизации.

Установки УСВУ-62 и УСВУ-63 состоят из магистральных и боковых каналов, объединенных в секции. Каналы устраивают в полу склада и сверху накрывают деревянными щитами.

Общий вид универсальной стационарной вентиляционной установки УСВУ-62 представлен на рисунке 97. Установка предназначена для вентилирования атмосферным и подогретым воздухом всех культур, а также пригодна для оборудования механизированных и немеханизированных зернохранилищ.



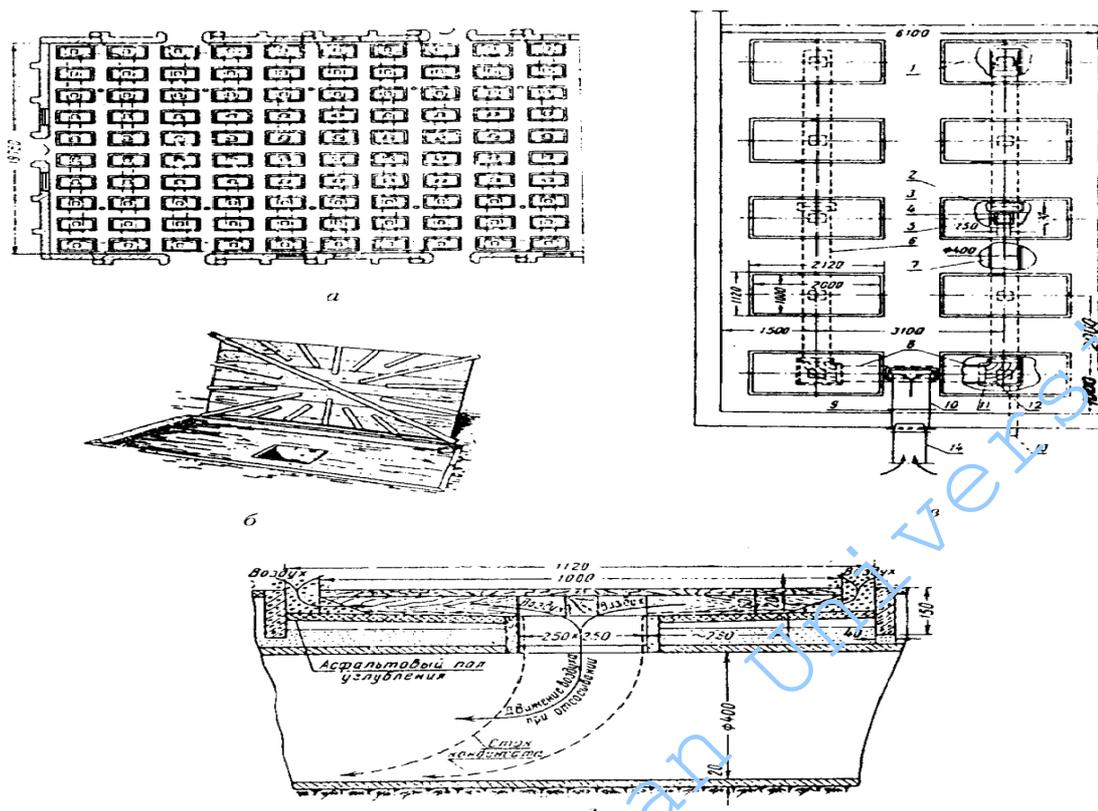


Рис. 98. Стационарная вентиляционная установка УСВУ-Т:

а - план размещения секций в складе; б - вид деревянного щита; в - схема секции; г - сечение через люк и схема движения воздуха при вентилировании отсасыванием воздуха. 1 - заглушка; 2 - соединительная муфта; 3 - воздухораспределительный щит; 4 - лючок; 5 - отверстие в трубе; 6,7,8 - каналы; 9,10 - патрубки; 11 - колено; 12 - лопатки; 13 - трубка для конденсата; 14 - вентилятор

Вентиляционная панельная установка ВНИИЗ ПВУ, состоит из пустотелых железобетонных панелей, уложенных на песчаное основание пола хранилища (рис. 99). Каждая панель имеет по 6 сквозных круглых отверстий диаметром 159 мм, которые перекрыты стальными колпачками.

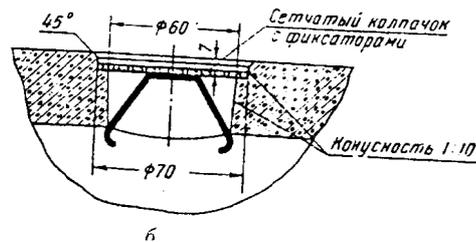
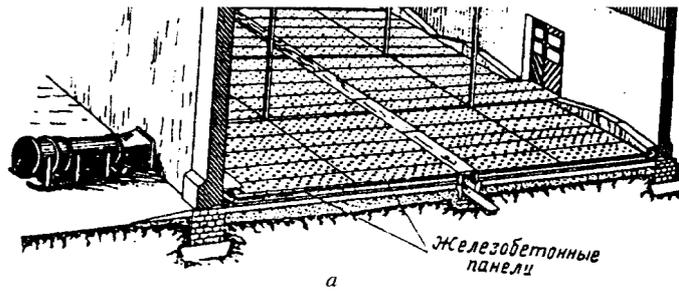


Рис. 99. Стационарная вентилируемая установка ПВУ:
 а – общий вид установки, смонтированной в складе; б – устройство железобетонной панели

Из передвижных установок на хлебоприемных предприятиях ранее применялись однотрубные установки ПВУ-1, предназначенные в первую очередь для ликвидации очагового самосогревания. Принцип их работы заключается в том, что перфорированную трубу погружают в зерновую насыпь, подсоединяют к ней вентилятор и охлаждают зерно, нагнетая или отсасывая воздух из насыпи.

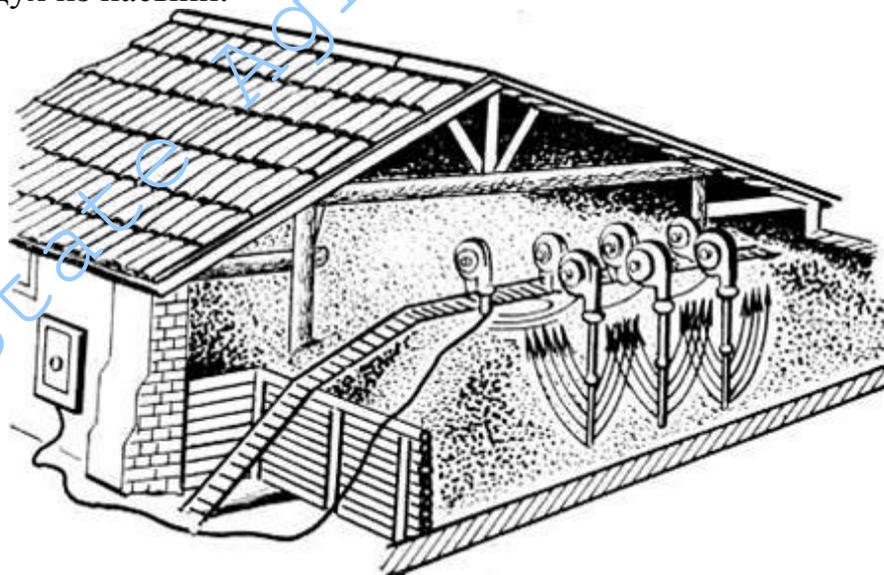


Рис. 100. Вентиляционные установки ПВУ-1 в работе

В настоящее время из передвижных применяют телескопические вентиляционные установки ТВУ-2 и У1-УУТ (рис. 101). Установка ТВУ-2 представляет собой телескопическую пятизвенную трубу с перфорированной поверхностью четырех секций.

Телескопическую вентиляционную установку ТВУ-2 применяют для вентилирования зерна на токах и в складах. Подача воздуха зерновые насыпи происходит из пятизвенных труб, они в собранном виде уложены на металлические салазки, что позволяет перемещать их по току.

Первое звено имеет трубу со сплошными стенками, а остальные четыре звена – перфорированные с отверстиями 3 мм для выхода воздуха.

С помощью стального троса, размещенного в трубе телескопического типа, двое рабочих растягивают установку на токах, где предполагается проводить вентилирование зерна. В растянутом виде длина установки 9,86 м с расстоянием между торцами последних пятых звеньев противоположащих установок не более 1-2 м.

Подготовив, таким образом, установки к работе, засыпают трубы зерном, следя, чтобы соблюдалась прямолинейность труб, и подключают вентиляторы. Четыре трубы позволяют проводить вентилирование насыпи длиной 20 м, шириной 12 м и высотой 1,8 м. Расстояние между трубами выбирают в зависимости от исходной влажности и высоты насыпи (табл. 14).

Расстояние между трубами дифференцируют в зависимости от величины исходной влажности зерна и высоты насыпи.

Для проведения активного вентилирования зерна влажностью до 15,5% в типовом складе емкостью 3200 т достаточно смонтировать один комплект установки (18 труб) ТВУ-2, при влажности зерна выше 15,5% понадобится 24 трубы (рис. 102). Они устанавливаются в дверных проемах, для этого с каждой стороны склады пробивают по 8 отверстий (всего 16).

Окончив вентилирование насыпи зерна, вентиляторы отключают от электросети, разъединяют от труб и за трос с помощью автомобиля или трактора вытягивают установку из насыпи. Извлеченную установку затем вновь используют для вентилирования следующей партии зерна.

Таблица 14

Оптимальные расстояния между трубами установки ТВУ-2, м

Высота насыпи, м	Влажность зерна, %						
	14	16	18	20	22	24	26
1,5	8,0	8,0	8,0	7,0	5,5	4,0	3,0
2,0	8,0	8,0	8,0	6,5	4,9	3,5	2,5
2,5	8,0	8,0	7,0	5,3	4,0	2,9	2,0
3,0	8,0	8,0	6,0	4,0	3,0	2,3	1,6
3,5	8,0	7,3	5,5	3,7	2,7	2,0	–
4,0	8,0	6,5	5,0	3,4	2,4	1,7	–

Установка У1-УУТ также имеет 5 телескопических секций, по секции квадратного сечения с верхней перфорированной поверхностью и люками на нижней поверхности.

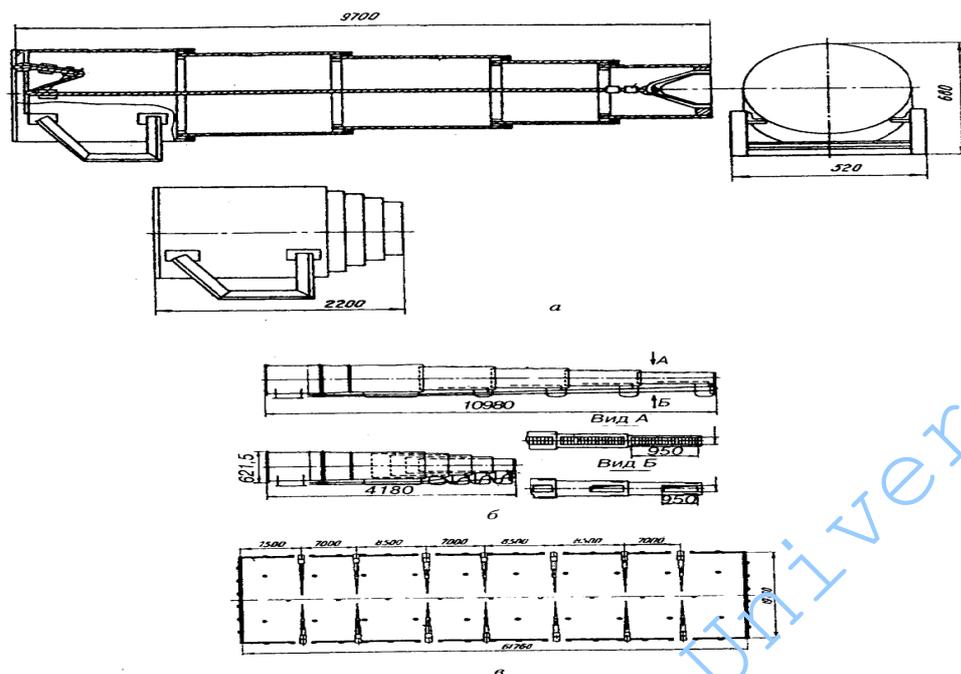


Рис. 101. Телескопические вентиляционные установки:
 а – установка ТВУ-2; б – установка У1-УУТ; в – схема размещения установок на полу склада

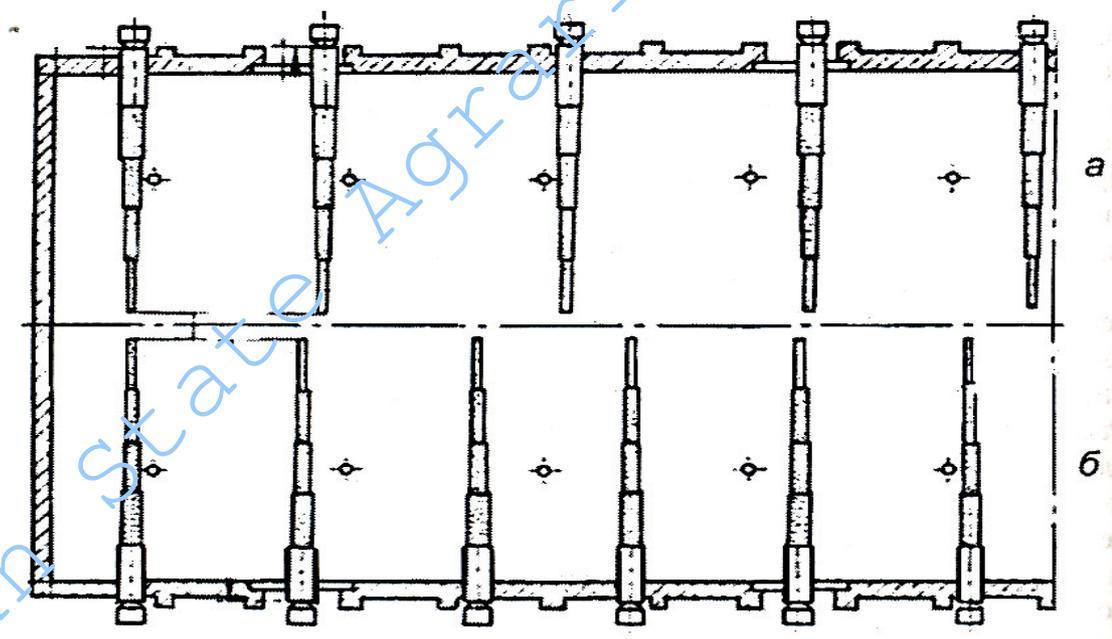


Рис. 102. Размещение телескопических установок ТВУ-2 в типовом складе, вместимостью 3200 т для вентиляции зерна с влажностью:
 а – до 15,5%; б – свыше 15,5%

В складах с наклонными полами применяется специальная установка «Каркас» (рис.103). Она состоит из наклонно уложенных воздухоподводящих каналов, к которым присоединены вертикальные воздухораспределительные трубы, выполненные из перфорированного металла. В трубы вставлены поршни, перемещающиеся при помощи лебедок. Поршни предназна-

чены для того, чтобы не допустить утечку воздуха из труб выше уровня зерна в насыпи. Перфорированные воздухопроводы удерживаются в вертикальном положении продольными и поперечными стальными растяжками, натянутыми между стенами склада. На этих же растяжках подвешены термоподвески.

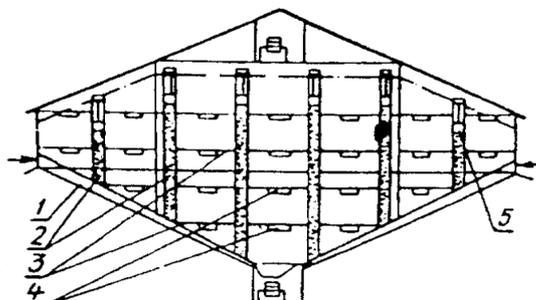


Рис. 103. Схема стационарной установки «Каркас» для складов с наклонными полами:

1 - наклонный воздухопровод; 2 - перфорированные вертикальные воздухопроводы; 3 - стальные струны; 4 - термоподвески; 5 - запорный поршень

Аэрожелоб представляет собой канал шириной 220 мм и глубиной 500 мм. Канал по высоте перегороден чешуйчатым штампованным ситом, который образует желоб с небольшим уклоном (2-3 %) от стены склада к выпускному отверстию на нижний конвейер. Обычно в типовом складе вместимостью 3200 т монтируют 48 аэрожелобов, по 24 с каждой стороны склада. Расстояние между аэрожелобами составляет от 2 до 3 м. для полной механизации выгрузки зерна из склада промежутки между аэрожелобами часто делают в виде треугольных рассекателей с углом наклона плоскостей не менее 30° (рис. 104).

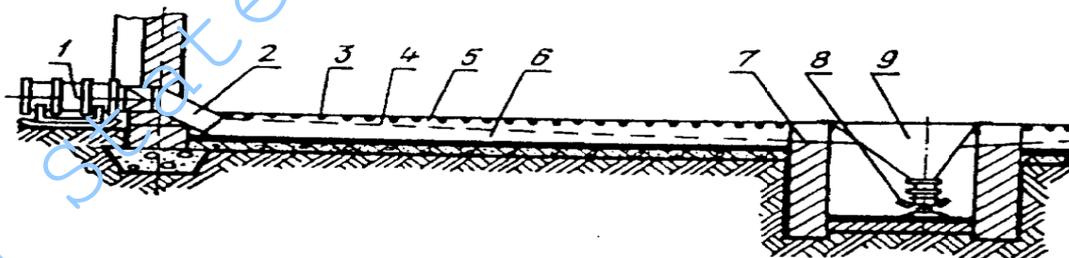


Рис. 104. Схема аэрожелоба:

1 - осевой вентилятор; 2 - диффузор; 3 - предохранительная решетка; 4 - воздухораспределительная решетка (чешуйчатое сито); 5 - канал для транспортировки зерна; 6 - воздухораспределительный канал; 7 - тормозное устройство; 8 - ленточный транспортер; 9 - выпускная воронка

На рисунке 105 приведена оригинальная схема размещения установки с очаговой раздачей воздуха. Одна секция установки включает вентилятор, смонтированный на трубе снаружи склада, магистральный воздухопровод переменного сечения, подвешенный на подвесках к тросу под крышей склада

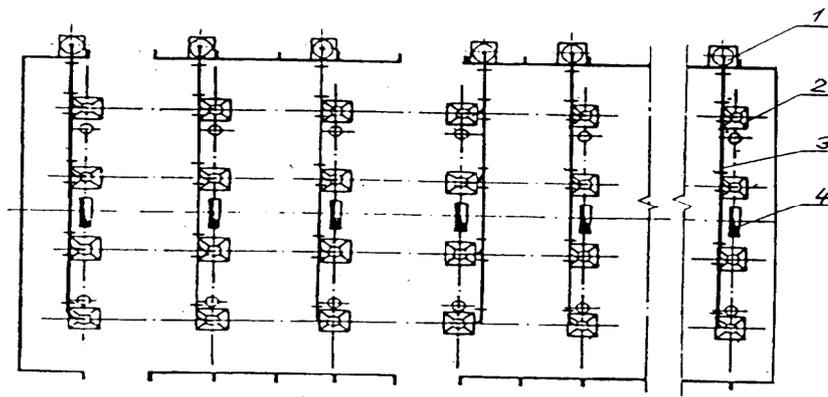


Рис. 105. Схема размещения установки с очаговой раздачей воздуха для активного вентилирования зерна и семян в складе:

1 – вентилятор; 2 – передвижной воздухораспределитель; 3 – магистральный воздуховод; 4 – выпускная воронка

Воздуховод состоит из прямых участков, тройников, колен и гибких рукавов, подсоединенных к стоякам передвижных воздухораспределителей в виде перевернутых воронок, установленных рядами на полу склада. Расстояние между краями воронок от 3 до 4,5 м. Нижняя кромка воронок приподнята над палом на 0,3 м, что позволяет убирать зерно из-под воронок, не передвигая их. Высота воронки со стояком от пола - 3,5 м. Установка позволяет вентилировать зерно любым числом загруженных воронок. Распределение воздуха по стоякам воронок можно регулировать, зауживая частично или полностью поперечное сечение гибких рукавов путем их перевязывания.

Работает установка следующим образом. Между продольными стенами хранилища натягивают стальной трос диаметром 10 мм и к нему подвешивают воздуховод с гибкими рукавами. Расставляют под рукавами воронки со стояками. Надевают рукава на стояки и плотно обвязывают их ленточной тесьмой. Загружают зернохранилище, следя за тем, чтобы воронки не были сдвинуты с мест. По мере загрузки секций их включают в работу, продолжая загружать другие секции.

Техническая характеристика установки с очаговой раздачей воздуха следующая:

Количество секций в складе вместимостью 3200 т, шт10
Масса обрабатываемого зерна одной секцией при паспортной загрузке склада, т320
Подача воздуха вентилятором в одну секцию, тыс. м ³ /ч12,5
Средняя удельная подача воздуха при вентилировании зерна и паспортной загрузке типового склада, м ³ /(ч/т)40

Металлические силосы обычно оборудуются установками для активного вентилирования зерна с подачей воздуха через перфорированные трубы, перфорированное днище или специальные воздушные каналы.

В нашей стране применяется так называемое аэроднище (аэрожелоба), принципиальное устройство, которого показано на рис. 106 и 107.

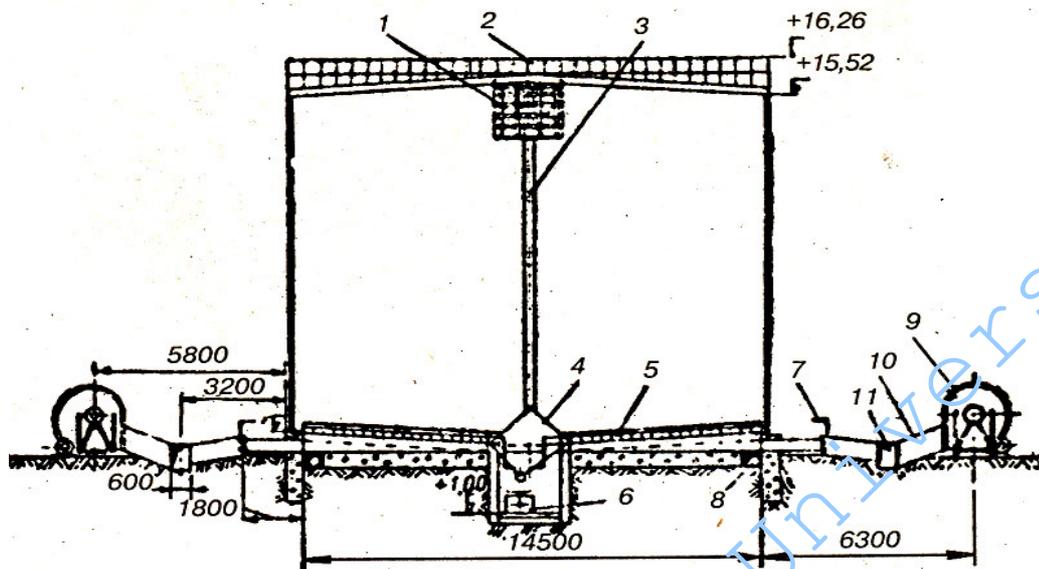


Рис. 106. Металлическое зернохранилище с аэрожелобами:

1 – площадка для наблюдения; 2 – ограждение; 3 – центральная стойка; 4 – отводящий коллектор; 5 – аэрожелоб; 6 – конвейер; 7 – задвижка; 8 – подводящий канал для аэрации; 9 – вентилятор; 10 – диффузор, 11 – распределительный воздухопровод.

В металлическом зернохранилище имеются две самостоятельные секции (I и II, рис. 4.5), каждая из которых имеет по 8 аэрожелобов и самостоятельный воздухоподводящий канал (с сечением 900×600 мм), размещенный снаружи зернохранилища.

Воздух для транспортирования зерна подается двумя вентиляторами Ц-4-40 №12. для сбора и отвода пыли, образующейся во время разгрузки, над выпускными воронками внутри хранилища установлен отводящий коллектор, выполненный из металла в виде герметического короба.

В днище металлического зернохранилища указанного диаметра имеется 10 выпускных воронок и 16 аэрожелобов, расстояние между которыми равно 1450 мм. В начале и в конце его установлены специальные фиксирующие задвижки, служащие для подачи воздуха в аэрожелоб и отвода его из аэрожелоба.

После выпуска зерна из хранилища самотеком через выпускные воронки на стационарный ленточный конвейер нижней галереи в воздухоподводящий канал вентилятором нагнетается воздух.

При этом задвижки на входе и выходе аэрожелоба открываются. Воздух, проходя через чешуйчатое сито, приводит слой зерна в псевдосжиженное состояние и транспортирует его по всей длине к выпускным воронкам на ленточный конвейер. При разгрузке зернохранилища могут работать все аэрожелоба.

Перед началом загрузки зернохранилища зерном фиксирующие задвижки в конце аэрожелоба должны быть закрыты

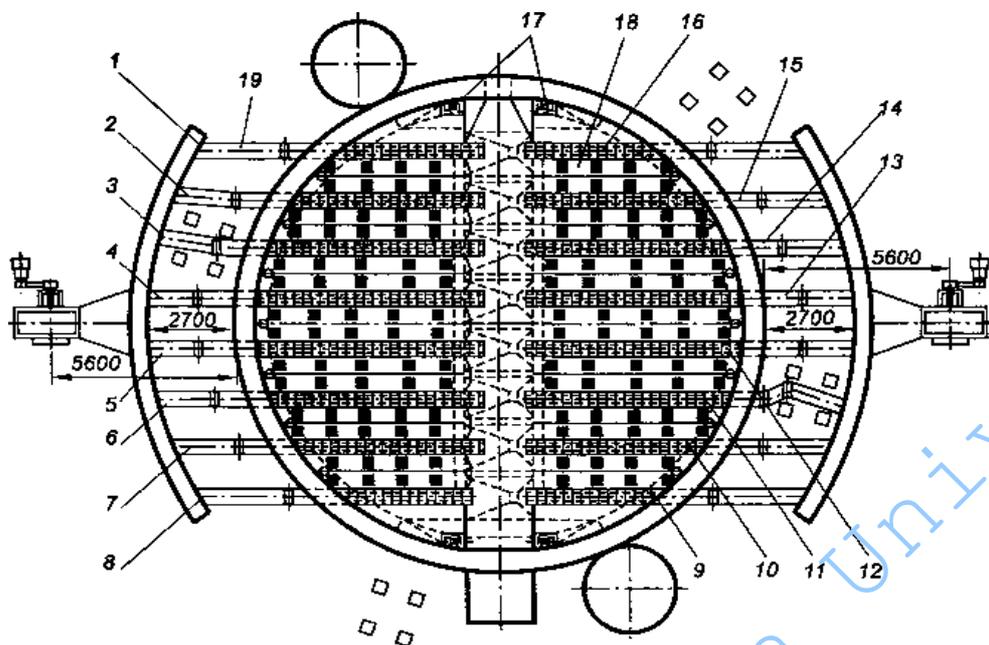


Рис. 107. План металлического зернохранилища с аэрожелобами:

1-16 – аэрожелоба с воздухоподводящими патрубками; 17 – осевые вентиляторы; 18 – рассекатели; 19 – воздухоподводящие каналы.

Аэрожелоба могут применяться и для активного вентилирования.

Принцип работы установки при этом следующий: открываются все фиксирующие задвижки в подводящих патрубках аэрожелобов обеих секций, после этого воздух вентиляторами нагнетается под воздухораспределительную решетку аэрожелобов и через выпускные щели для зерна выходит вентилируемую насыпь. При этом фиксируемые задвижки на выходе должны быть закрыты.

Кроме аэрожелобов для разгрузки зернохранилище оборудовано установкой для аэрации зерна, предназначенной для перевода хранящегося зерна на различные режимы хранения (весенне-летний и осенне-зимний периоды).

Установка состоит из 4 осевых вентиляторов, 2 воздухоподводящих каналов и 14 рассекателей (по 7 с каждой стороны).

Воздухоподводящий канал выполнен из металла и установлен в днище зернохранилища (по внутреннему периметру кольцевого фундамента). Размеры канала – 500 × 600 мм.

Рассекатели выполнены из листовой стали толщиной 4 мм или из бетона с углами наклона при основании 36°, высотой 650 мм и расположены между аэрожелобами, перфорированные площадки закрыты сверху чешуйчатыми ситами.

9.3. Установки для активного вентилирования зерна в силосах элеваторов.

Вентилирование зерна в силосах элеваторов осуществляют при помощи технических средств двух типов: с вертикальным (продольным) и горизонтальным (поперечным) продуванием насыпи.

В установках с вертикальным продуванием насыпи, так называемых напорных установках, воздух подают через несложное воздухораспределительное устройство, расположенное внизу силоса, соединяемое с напорным вентилятором. Воздух, нагнетаемый вентилятором через распределительное устройство, проходит через насыпь вдоль силоса в вертикальном направлении и выходит наружу через специальный патрубок в надсилосном помещении.

В новом конструктивном варианте установки с вертикальным продуванием, так называемом напорно-вытяжном (рис. 108), воздух нагнетается в силос напорным вентилятором снизу, но одновременно с этим другой вентилятор отсасывает (вытягивает) воздух сверху силоса или по этажам его и выбрасывает за пределы надсилосной галереи.

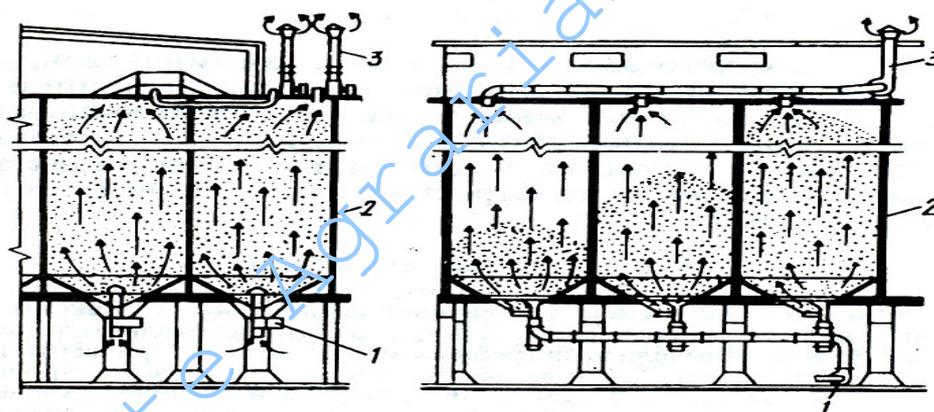


Рис. 108. Схема напорно-вытяжной установки для вентилирования зерна вдоль силоса:

1 – вентилятор; 2 – силос; 3 – вытяжная труба.

В установках с горизонтальным (поперечным) продуванием насыпи по всей высоте силоса располагают вертикальные подводящие и отводящие каналы. Подводящие каналы соединяют с напорным вентилятором, а противоположные отводящие – с отсасывающим (вытяжным). Напорный вентилятор нагнетает воздух в насыпь, который пронизывает ее поперек силоса в горизонтальном направлении, и выводит по отводящим каналам за пределы элеватора (рис. 109).

Установки с вертикальным вентилированием насыпи сравнительно просты по конструкции, не требуют больших капиталовложений, но продувка слоя высотой 30-40 м сопряжена с повышенным расходом электроэнергии и не всегда обеспечивает достаточную технологическую эффективность. В этом случае нижние слои зерна в силосе лучше охлаждаются и подсушива-

ются, чем верхние. Кроме того, вертикальный способ продувания слоя зерна повышенной влажности приводит к перераспределению влаги по высоте силоса и увлажнению верхних слоев насыпи. Эти недостатки тем более ощутимы, чем выше насыпь в силосе и влажность зерна. Поэтому установки с вертикальным продуванием насыпи в силосах используют в основном только для охлаждения сухого зерна в районах с континентальным климатом, где бывают сильные зимние морозы, или газации.

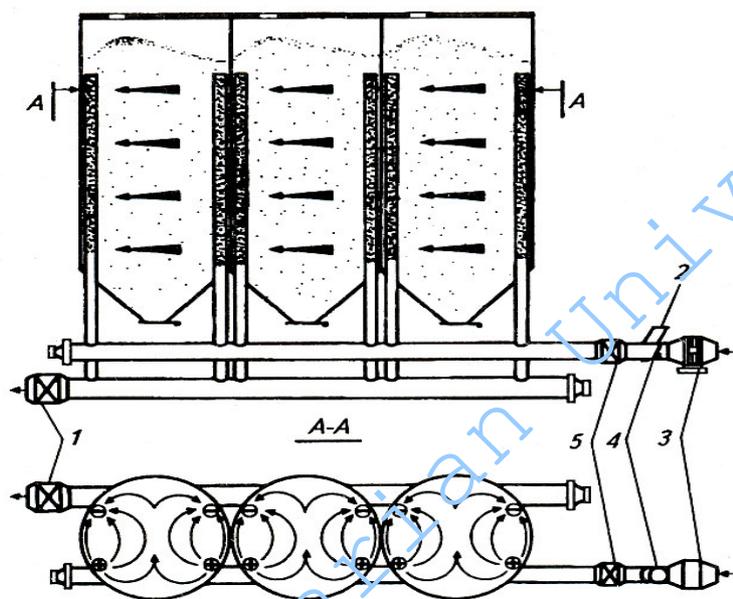


Рис. 109. Отвод воздуха напорно-вытяжными установками

1 – вытяжной вентилятор; 2 – патрубок для забора атмосферного воздуха; 3 – воздухоохладитель; 4 – перекидная заслонка; 5 – напорный вентилятор

Из-за сравнительно небольшого расхода электроэнергии наиболее эффективны установки с горизонтальным продуванием насыпи в силосах, но система подводящих и отводящих каналов значительно усложняет конструкцию и уменьшает полезную вместимость силоса.

Бункеры активного вентилирования зерна. В практике временного хранения и вентилирования небольших партий зерна, преимущественно семенного назначения, широко применяются бункеры активного вентилирования. Они разрабатывались для хозяйств, производящих зерно, но успешно применяются и на хлебоприемных предприятиях. Наибольшее распространение получили установки с радиальным горизонтальным воздухораспределением. Они представляют собой два концентрически расположенных перфорированных цилиндра, кольцевое пространство между которыми служит для размещения зерна. центральный цилиндр предназначен для подвода и распределения воздуха в зерновой массе (воздухораспределительная труба). Нагнетаемый вентилятором воздух поступает через перфорации центрального цилиндра в зерно и продувает его радиально в направлении от центрального цилиндра к наружному. Выпуск зерна из бункера осуще-

ствляется самотеком через конусообразное дно.

Центральная воздухораспределительная труба имеет подвижный поршень, подвешенный на трос с лебедкой.

БВ-40А. Со шнековой разгрузкой, предназначен для накопления и временной консервации зерна влажностью до 30% с сохранением его семенных и продовольственных качеств с целью обеспечения равномерной круглосуточной работы сушилок в зерноочистительно-сушильных комплексах. Может использоваться для сушки зерновых и зернобобовых культур с доведением влажности исходного материала до кондиционной.

При консервации зерна влажностью 24-30% производится пересыпка его из бункера в бункер (заполнение не более 2/3 объема).

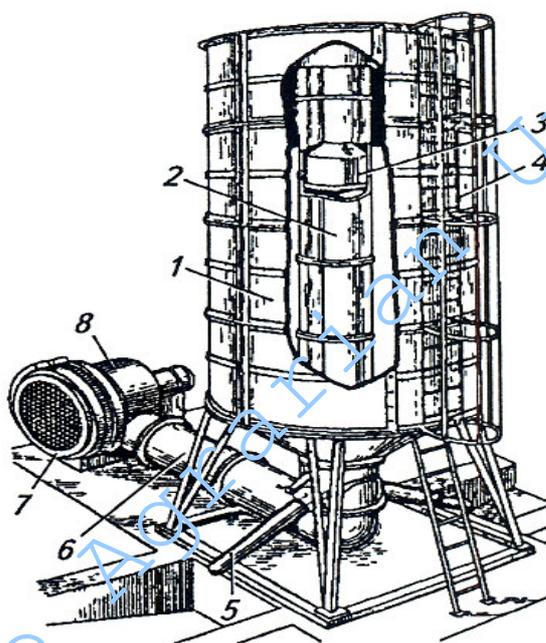


Рис. 110. Бункер активного вентилирования серии БВ:

1, 2 – соответственно наружный и внутренний цилиндры; 3 – воздушный клапан; 4 – лестница; 5 – выходной лоток; 6 – воздуховод; 7 – электронагреватель; 8 – вентилятор

ОБВ-160А. включает в себя четыре бункера БВ-40А, две нории 2НПЗ-20, арматуру здания ОБВ-160.01.000, комплект зернопроводов ОБВ-160А.02.000. При работе с сушилками используется в качестве резервных емкостей, емкостей для промежуточной отлежки и накопителей сырого материала, обеспечивающих равномерную загрузку сушильных комплексов.

Таблица 14

**Техническая характеристика бункеров активного
вентиляции зерна**

Показатели	БВ-12	К-878	БВ-40	ОБВ-160	ОВК-ЗАВ-50
Вместимость, т	12,5	25	40	160	400
Емкость, м ³	14,7	39,0	54,0	216,0	532,0
Габаритные размеры, м:					
длина	2,9	4,85	7,9	11,0	8,4
ширина	2,8	3,0	3,1	9,0	8,4
высота	8,68	8,14	11,1	17,0	8,95
Диаметр бункера, м	1,85	3,0	3,10	-	-
Расход воздуха, м ³ /ч	6000	16200	-	-	15000
Установленная мощность, кВт:					
вентилятора	2,2	7,5	40,0	40,0	30,0
электрокалорифера	12	18,0	54,0	216	-

10. ЗЕРНОСУШИЛКИ

Зерносушилка СЗШ-16. Сушилка СЗШ-16 состоит из топки, работающей на жидком топливе, двух параллельно расположенных сушильных шахт с выпускным устройством, двух выносных охлаждающих колонок, вентиляторов, воздухопроводов, диффузоров, норий и зернопроводов.

Сушильные шахты представляют собой две однотипные секции, размещенные одна над другой, но верхние секции развернуты по отношению к нижним на 180°, этим достигается изменение направления движения теплоносителя в шахте, что способствует более равномерному высушиванию зерна.

Охлаждающая колонка выполнена из двух цилиндров с перфорированными в средней и нижней части стенками. В нижней части наружного цилиндра, заканчивающегося конусным днищем, установлен шлюзовой затвор для выпуска зерна. Зерно, поступившее в кольцевые пространства между наружным и внутренним цилиндром, охлаждается проходящим через это пространство наружным воздухом. Воздух поступает во внутренний цилиндр и выбрасывается наружу вентилятором, установленным в верхней части колонки и соединенным с внутренним цилиндром. Для успешной работы охлаждающая колонка должна быть заполнена зерном. На верхней части колонки установлены датчики уровня, которые включают мотор редуктор, приводящий в движение шлюзовой затвор. Установленная суммарная мощность электродвигателей сушилок (без норий) - 78, 80 кВт, соответственно.

Машины и оборудование устанавливаются на заранее подготовленном фундаменте в здании легкого типа, каркасом для которого является металлическая арматура, сушилка с помощью норий связана с очистительным

отделением. Подача влажного, предварительно очищенного зерна в сушильное отделение осуществляется передаточной норией НПЗ-20, возврат высушенного зерна в очистительное отделение другой норией НПЗ-20 и системой зернопроводов.

Нормальная работа сушильных шахт обеспечивается только при условии подачи в сушилку большего количества зерна, чем выходит из сушилки. Излишки зерна через систему зернослива первой шахты направляются в бункера временного хранения. Необходимое заполнение шахт гарантируется наличием сигнализаторов (датчиков) уровня, установленных в надсушильных бункерах. Разгрузку зерна из шахт проводят до тех пор, пока поверхность зерна в надсушильном бункере не опустится ниже уровня нижнего сигнализатора. Если она опустится, то работу разгрузочных устройств прекращают. Зерно в шахтах опускается и продувается теплоносителем, который из топочного блока подается в воздушную камеру, размещенную между шахтами. С помощью подающих и отводящих коробов теплоноситель проходит через зерновой слой в шахтах, выходит в диффузоры и вентиляторами выбрасывается наружу.

Расход зерна регулируют разгрузочным устройством путем изменения амплитуды колебания кареток и зазора между кареткой и рамкой. Амплитуда колебания каретки изменяется перемещением сухаря в пазу ступицы кривошипно-шатунного механизма, а зазор между кареткой и рамкой - дистанционно от системы управления сушильным отделением или вручную путем вращения ручки исполнительного механизма, установленного непосредственно на загрузочном устройстве.

Высушенное зерно из второй шахты поступает в поток двухпоточной нории 2НПЗ-20, которая направляет его по системе зернопроводов в две охладительные колонки, где оно продувается наружным воздухом.

Выгрузка зерна из охладительных колонок происходит с помощью вибролотков, включение и отключение колонок осуществляется соответственно от верхнего и нижнего стабилизаторов уровня зерна. Высушенное и охлажденное зерно из охладительных колонок направляется в передаточную норию НПЗ-20, которая подает зерно в очистительное отделение для дальнейшей обработки.

Зерно из выходных окон попадает на площадки каретки. При возвратно-поступательном движении зерно ссыпается с этих площадок в бункер над разгрузочным устройством. Привод обеспечивает возвратно-поступательное движение каретки с амплитудой, регулируемой в пределах от 9 до 56 мм.

Суть реконструкции заключается в оснащении сушилки СЗШ-16 комплексом КШС-20, включающим подогревательную колонку (подогреватель), вентилятор, дозатор и осадочную камеру. Кроме того, в воздушном коллекторе, соединяющем топку с сушилкой, устанавливается жалюзийная заслонка, позволяющую регулировать подачу теплоносителя в шахту. Воздухозаборник с площадью поперечного сечения $0,6 \text{ м}^2$ имеет заслон-

ку для изменения подачи наружного воздуха в воздушный коллектор для разбавления теплоносителя, подаваемого в шахты.

Основным узлом комплекта является подогревательная колонка с гравитационно-движущимся слоем материала по двум каскадам. Она представляет собой камеру прямоугольного сечения, размером 1200×600 мм, общей высотой – 7 м с установленными внутри жалюзийными полками, по которым сверху вниз самотеком перемещается смесь влажного и рециркулирующего зерна. Колонка состоит из нижней и верхней секций, люков для осмотра и очистки секций, рассекателя и распределителя для подачи в колонку смеси влажного и рециркулирующего зерна с заслонкой для предотвращения утечки теплоносителя в месте входа зерна, переходника, воронки, грузового клапана для предотвращения утечки теплоносителя в месте выхода зерна.

Подача теплоносителя в колонку осуществляется через ввод, имеющий изогнутую форму (это сделано для предотвращения попадания зерна из колонки в вентилятор). Опорой колонки служит рамка 1 сварной конструкции, выполненной из швеллера. Секции колонки изготовлены из уголка 40×40 мм и листовой стали толщиной 2 мм.

Дозатор-смеситель предназначен для точного дозирования поступающего на сушку влажного зерна и поддержания во время работы определенного соотношения между влажным и рециркулирующим зерном.

Для обслуживания дозатора-смесителя имеется лестница и площадка. Привод дозатора закрыт ограждением. Когда ротор находится в покое, зерно удерживается от высыпания лопастями. При вращении ротора зерно равномерно выгружается из полости. Ротор на потоке смеси имеет постоянную частоту вращения - 20 об/мин., влажное зерно поступает на его лопасти определенными порциями, отмеренными ротором, и дополняется рециркулирующим до пропускной способности. Пропускная способность ротора влажного зерна изменяется скоростью его вращения в зависимости от исходной влажности зерна (Ю.В. Еров и др., 2005).

Зерносушилка СЗШ-16А (рис. 111) используется в очистительно-сушильных комплексах для сушки продовольственного, семенного и фуражного зерна зерновых и крупяных культур.

Сушилка состоит из двух сушильных камер 5, топки 2, загрузочных 7, 9 и разгрузочных 8 норий, двух охлаждающих колонок 13 и 14, подводящего и двух отводящих диффузоров 4, двух отсасывающих вентиляторов 1, двух разгрузочных устройств 17, механизма привода, зернопроводящих труб 11 и системы автоматического контроля и регулирования режима сушки.

Топка представляет собой самостоятельный агрегат, смонтированный в отдельной пристройке. Теплоноситель получают в результате смешивания топочных газов с атмосферным воздухом или нагрева атмосферного воздуха. КПД топки в первом случае выше, чем во втором. Поэтому нагретый воздух используют только для сушки продовольственных партий зерна и крупяных

культур. Теплоноситель поступает в сушильную камеру по трубопроводу 20 и подводящему диффузору.

Сушильная камера - это шахта размером 980×1980×3650 мм. Две шахты смонтированы на бетонном основании так, что между ними имеется пространство, перекрытое подводящим диффузором, к которому присоединен трубопровод 20. На боковых стенках шахт установлены диффузоры 4, предназначенные для отвода отработанного теплоносителя. Диффузоры соединены патрубком 19 с всасывающим окном вентиляторов 1. В патрубке выполнены жалюзи с регулятором.

Шахта состоит из рамы, стенок (боковых с вырезами и торцовых глухих), пятигранных коробов 2 и 4 (рис. 112, а), размещенных рядами между боковыми стенками 1 и 3 шахты. В каждом ряду насчитывается восемь полых коробов. Ребро каждого короба направлено вверх, открытая часть - вниз. Короба установлены в горизонтальных рядах в шахматном порядке. Часть рядов из коробов предназначена для ввода в сушильную шахту теплоносителя. Концы этих коробов 4 присоединены к окнам в стенке 3, обращенной к межшахтному пространству. Ряды коробов, расположенных между рядами подводящих коробов, предназначены для отвода отработанных газов. Концы отводящих коробов 2 присоединены к окнам стенки 1 шахты, обращенной к отводящему диффузору 4.

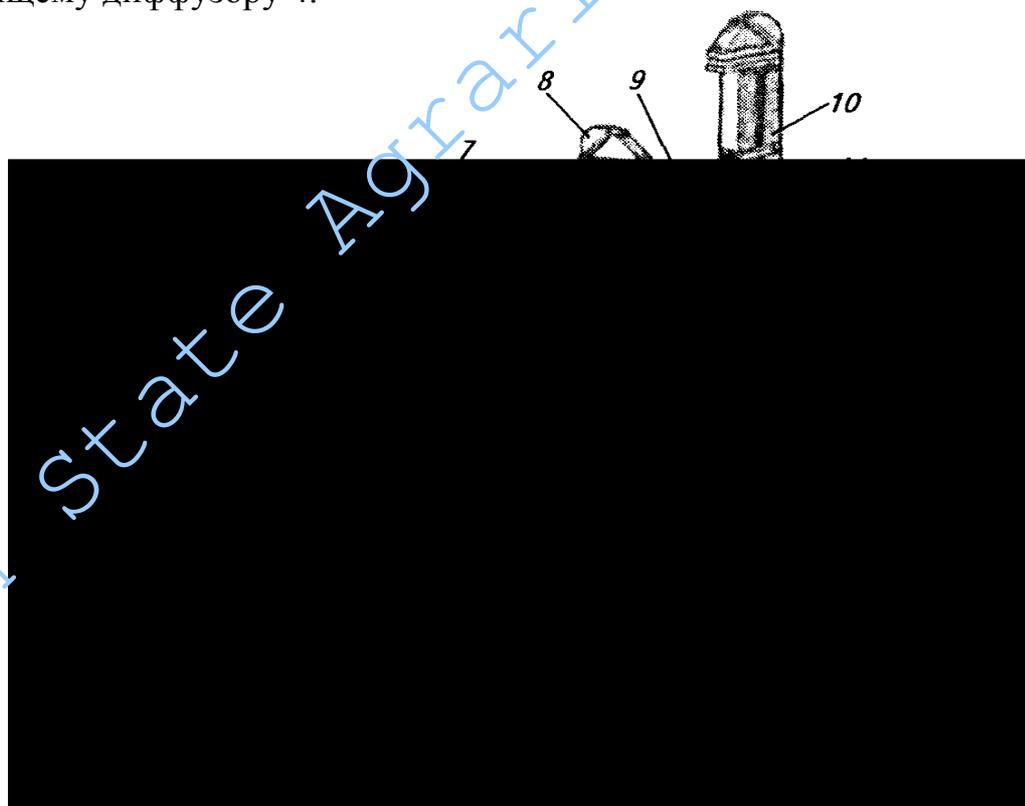


Рис. 111. Схема зерносушилки СЗШ-16А:

1, 12 - вентиляторы; 2 - топка; 3 - выпускная труба; 4 - диффузор; 5 - сушильные камеры; 6, 16, 18 - бункера; 7- 10 - нории; 11 - зернопроводящие трубы; 13, 14 - охлаждающие колонки; 15 - шлюзовой затвор; 17 - загрузочное устройство; 19 - патрубок; 20 - трубопровод

Над шахтами смонтированы надсушильные бункера 6 закрытого типа. На вертикальной стенке бункеров установлены датчики верхнего и нижнего уровней зерна, с помощью которых автоматика управляет работой разгрузочного устройства. В нижней части каждой шахты размещены разгрузочное устройство 17, подсушильный бункер 18 с патрубком, подводящим высушенное зерно к норрии 8.

Разгрузочное устройство состоит из неподвижной лотковой коробки 5 (рис. 112, в) с восемью окнами 6 и подвижной каретки, на которой закреплены пластины 8.

Каретка движется возвратно-поступательно под действием механизма 7. Выпуск зерна регулируют изменяя зазор между выпускными окнами и пластинами каретки, а также амплитуду колебаний пластин.

За каждый ход каретки пластины сбрасывают порцию зерна в подсушильный бункер, обеспечивая непрерывную выгрузку высушенного зерна и движение сверху вниз всего объема зерна, находящегося в шахте.

Скорость движения зерен в шахте зависит от зазора между выпускными окнами и пластинами, амплитуды и частоты перемещений каретки с пластинами. Зазор изменяют от 0 до 20 мм, поднимая и опуская каретку.

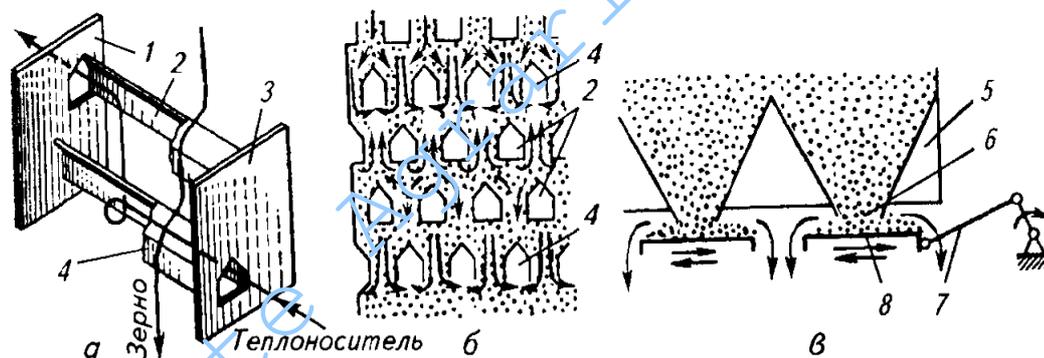


Рис. 112. Устройство коробов (а), схемы движения зерна, теплоносителя (б) и разгрузки зерна (в):

1, 3 - стенки шахты; 2, 4 - соответственно отводящие и подводящие короба; 5 - коробка; 6 – окно для выпуска зерна; 7 - кривошипно-шатунный механизм; 8-пластина каретки

Амплитуду колебаний пределах 0...20 мм регулируют, изменяя взаимное расположение эксцентриков привода. Для ускорения выгрузки зерна из шахты привод снабжен механизмом включения, которым каретку перемещают на большую амплитуду и полностью открывают выходные отверстия. Охлаждающее устройство составлено из двух колонок, аналогичных СЗСБ-8А.

Рабочий процесс охлаждения протекает следующим образом. Предварительно очищенный влажный материал непрерывно подается норями 7 и 9 в надсушильный бункер 6 каждой шахты и заполняет пространство между

коробами. Когда уровень зерна в бункере б достигнет верхнего датчика, автоматика включает привод кареток разгрузочного устройства и зерно под действием силы тяжести движется вниз. Если бункер опорожнится до нижнего датчика, автоматика выключает на время привод кареток.

При установившемся режиме зерно медленно движется вниз в пространстве между коробами. Теплоноситель входит через окна к стенке 3 (рис. 112, а) в подводящие короба 4, выходит из-под их боковых граней, просачивается сквозь слой зерна (рис. 112. б), поступает снизу в отводящие короба 2 и выводится из сушильной камеры вентилятором 1. Теплоноситель, двигаясь сквозь слой зерна, нагревает его, испаряет влагу и уносит ее из сушилки.

Высушенное зерно выгружается в бункер 18, поступает в норию 8, которая загружает его в охлаждающие колонки. После охлаждения атмосферным воздухом зерно выгружается из колонок шлюзовым затвором 15 в бункер 16 и подается норией 10 на последующую обработку.

Режим сушки регулируют, изменяя температуру теплоносителя и скорость движения зерна в шахте. Температуру теплоносителя регулируют, изменяя подачу топлива в горелку и холодного воздуха в смесительную камеру. Скорость движения теплоносителя в слое зерна изменяют регулятором поворота жалюзи в патрубке 19. Она должна быть меньше критической скорости семян; в противном случае семена будут уноситься теплоносителем. Скорость движения зерна в шахте (экспозицию сушки) регулируют с помощью разгрузочного устройства.

Процесс сушки необходимо периодически контролировать, отбирая пробы для определения влажности и качества зерна и семян. Из каждой партии зерна, поступающей для сушки, отбирают средние пробы для определения влажности, а для семян – и всхожести.

Для контроля температуры нагрева зерна специальным совочком берут пробы в трех-четыре местах нижнего ряда коробов. Зерно ссыпают в деревянный ящик, снабженный термометром. Если температура нагрева зерна окажется выше допустимой, увеличивают выпуск зерна из зерносушилки. Если температура зерна соответствует максимально допустимой, а влажность зерна после сушки выше кондиционной, его сушат вторично. Через каждые пять-семь дней непрерывной работы зерносушилку очищают.

Производительность на сушке продовольственного зерна пшеницы при снижении влажности с 20 до 14 % составляет 20 т/ч (В.М. Халанский, И.В. Горбачев, 2003).

Шахтные модульные зерносушилки С-5; С-10; С-20; С-30. Предназначены для сушки предварительно очищенного материала: продовольственного, семенного или фуражного зерна, семян зерновых, зернобобовых и масличных культур с исходной влажностью до 35 %.

Зерносушилки можно устанавливать отдельно или в составе поточных линий и зерноочистительно-сушильных комплексов КЗС-20 и КЗС-40.

Шахтные модульные сушилки хорошо вписывается в любую техно-

логическую линию по переработке зерна, крупяных культур, сои, кукурузы, подсолнечника.

Сушилка С-20 предназначена для сушки предварительно очищенного зернового вороха зерновых, зернобобовых и масличных культур с исходной влажностью до 35 % и содержанием сорной примеси не более 3 %.

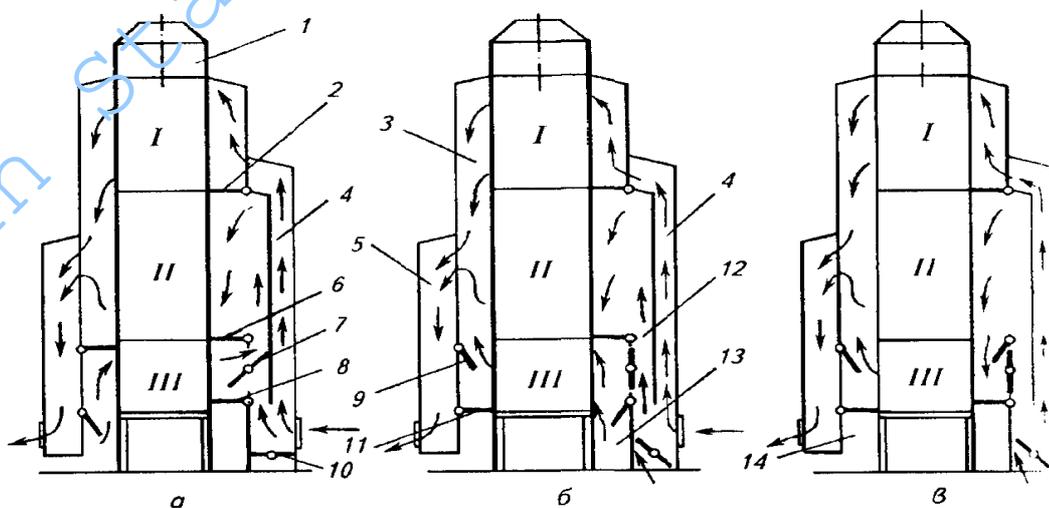
Основные части зерносушилки: загрузочная нория; надшахтный бункер 1 (рис. 113); две шахты, состоящие из верхней I, средней II и нижней III секций, технологически соединенных с подводящими 4, 12, 13, 14 и отводящими 3, 5 каналами; выгрузное устройство; разгрузочный бункер 19.

Секции снабжены подводящими 18 и отводящими 16 коробами, разделенными пластинами 17 и противопожарными нитями 15. Разделительные пластины обеспечивают строго вертикальное перемещение зерна и способствуют его равномерному нагреву. Нити 15 перегорают при повышении температуры нагрева стенок секций; при этом включается пожарная сигнализация. В секцию I теплоноситель поступает по каналу 4 непосредственно от теплогенератора. В секцию II по каналу 12 подается смесь теплоносителя с атмосферным воздухом. В секцию III по каналу 13 или 14 поступает атмосферный воздух (режим охлаждения) или смесь теплоносителя с атмосферным воздухом (режим сушки).

Разгрузочное устройство (рис. 113 г) включает в себя привод 22, подвижную рамку 21, снабженную поддонами 20, и приемный бункер 19. Реле времени, включенное в сеть электропитания, периодически включает и выключает электродвигатель привода.

Сушилка может работать в режиме поточной или циклической сушки.

Режим поточной сушки. Зерно загружается норией в бункер 1, из него самотеком поступает в шахту, заполняя пространство между коробами 16 и 18 всех секций. При включенном выгрузном устройстве нижний высушенный слой зерна сыпается с краев поддонов 20, поступает в бункер 19 и транспортерами подается на очистку.



Пропускную способность сушилки регулируют, изменяя скорость движения зерна в шахте (сверху вниз), режим включения реле или амплитуду колебаний (55, 60 или 70 мм) подвижной рамки 21.

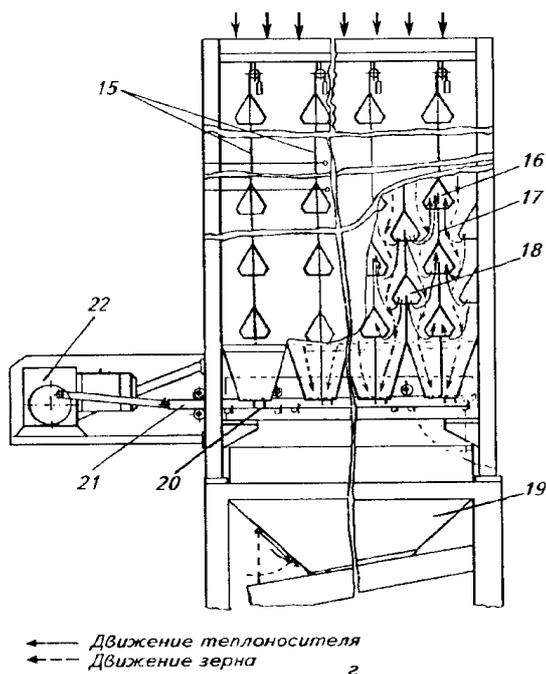


Рис. 113. Зерносушилка С-20

а, б, в – схемы движения теплоносителя и атмосферного воздуха; г - разгрузочное устройство; 1, 19 – бункера; 2, 6...11 – клапаны; 3, 5 – отводящие каналы; 4, 12, 13, 14 – подводящие каналы; 15 – нити; 16, 18 – короба, 17 – пластина; 20 – поддон; 21 – рамка; 22 – привод; I, II, III – секции

Режим циклической сушки. При циклической сушке постоянный объем зерна непрерывно пропускают один или несколько раз через шахту. Объем зерна должен быть не менее объема шахт сушилок.

Переставляя поворотные клапаны, изменяют направления газовых потоков, обеспечивая сушку зерна: с рециркуляцией обработанного воздуха из зоны охлаждения в состав теплоносителя (рис.113 а); с выбросом отработанного воздуха из зоны охлаждения в атмосферу (рис.113 б); с включением нижней секции в зону сушки (рис. 113 в).

Таблица 15

Основные технические характеристики стационарных зерносушилок типа «С»

Наименование показателей	Ед. изм.	С-5	С-10	С-20	С-30	С-40
Производительность на пшенице	пл. т/ч					
- при сьеме влаги с 20 % до 14 %	-//-	5	10	20	30	40
- при переводе охлаждающей зоны в сушильную	-//-	6	12,5	25	35	50
Установленная мощность	кВт	30	65	110	125	220
Расход топлива:						
жидкого	кг/ч	15-50	30-100	40-200	50-250	80-400
газообразного	м. ³ /ч	25-65	50-125	60-250	90-360	120-480
Масса, не более	т	9	20	35	48	60

Производительность С-20 на сушке продовольственного зерна пшеницы при снижении влажности с 20 до 14 % составляет 20 т/ч.

Сушилки С-10, С-30 и С-40 по конструкции аналогичны сушилке С-20, их производительность соответственно равна 10, 30 и 40 т/ч.

10.1. Барабанные сушилки

Зерносушилка СЗСБ-8А (рис. 114) предназначена для сушки семенного и фуражного зерна любой исходной влажности и засоренности. Сушилку используют в составе зерноочисти-тельно-сушильных комплексов КСЗ-25Б.



Рис. 114. Зерносушилка СЗСБ-8А:

1-переходник; 2-топочный блок; 3-загрузочная труба; 4-лопасть; 5-кольцо-бандаж; 6-крестовина; 7- полочка; 8- сушильный барабан; 9, 12- вентиляторы; 10, 11-цилиндры; 13, 14-датчики уровня; 15- конус; 16, 20-шлюзовые затворы; 17-нория; 18-бункер; 19-выгрузная камера; 21-ролики; 21-приводная станция

Барабанная зерносушилка состоит из топочного блока 2, переходника 1, сушильного барабана 8, выгрузной камеры 19, вентилятора 9, нории 17, приводной станции 22, воздухопроводов и топливной системы.

Топочный блок предназначен для сжигания жидкого топлива и образования теплоносителя (смеси топочных газов с воздухом) с параметрами, необходимыми для сушки. Блок состоит из горелки, камеры сгорания, смешительной камеры, отражательного экрана и автоматической системы. Горелка снабжена вентилятором и форсункой для распыливания топлива. Топливо подается в форсунку насосом из бака, установленного за пределами здания.

Подачей топлива управляет автоматика, с помощью которой устанавливают и поддерживают температуру теплоносителя.

Сушильный барабан включает в себя шестисекционную крестовину 6 и обечайки. На лучах крестовины закреплены полочки 7 для пересыпания зерна. На внутренней поверхности в начале и конце барабана смонтированы лопасти 4, расположенные по винтовым линиям. На выходном конце барабана установлен конусный патрубок, к торцу которого присоединено подпорное кольцо с окнами. Обечайка барабана заключена в два кольца-бандажа 5, которыми барабан опирается на приводные и поддерживающие ролики 21. Барабан приводится во вращение с частотой 8 мин^{-1} приводной станцией 22.

Сверху на выгрузной камере 19 установлен вентилятор 9, засасывающий теплоноситель от топочного блока. Внизу камера суживается, образуя выгрузной лоток, на котором смонтирован шлюзовой затвор 20.

Охладительная колонка, предназначенная для охлаждения зерна после сушки, состоит из наружного 10 и внутреннего 11 перфорированных цилиндров, вентилятора 12, шлюзового затвора 16 и автоматики для поддержания необходимого уровня зерна в кольцевой камере колонки.

Рабочий процесс сушки заключается в следующем. Влажный зерновой ворох, подаваемый по трубе 3 в загрузочную камеру, высыпается на винтовые лопасти 4. Семена под действием теплоносителя, движущегося внутри барабана от топочного блока 2 к вентилятору 9, напора вороха в зоне загрузки и винтовых лопаток поступают в барабан. Полочки 7 захватывают порции семян, поднимают их и затем сбрасывают. Теплоноситель, проходя через барабан, пронизывает семена, ссыпающиеся с полочек, и нагревает их. В результате нагрева влага из семян испаряется, поглощается теплоносителем и удаляется из сушилки. Отработанный теплоноситель вентилятором 9 выбрасывается в атмосферу. Количество теплоносителя, проходящего через барабан, регулируют с помощью дросселя вентилятора в зависимости от критической скорости высушиваемых семян.

Скорость испарения влаги увеличивается пропорционально температуре нагрева зерна, которую можно поднимать лишь до значений, допустимых агротехническими требованиями. Перегрев зерна приводит к распаду веществ (денатурация белка), входящих в состав клеток зерна, отмиранию протоплазмы и гибели зерна как живого организма. Поэтому при сушке зерна важно обеспечить такой режим, который исключал бы его перегрев.

Температура нагрева зерна зависит от двух факторов: температуры теплоносителя и времени пребывания зерна в сушильной камере (экспозиции сушки). Температуру теплоносителя регулирует и поддерживает автоматика топочного блока, а экспозицию сушки устанавливают с помощью выгрузного устройства.

Высушенное зерно, непрерывно выгружаемое шлюзовым затвором 20, поступает в норию 17 и загружается сверху в охлаждающую колонку. Холодный воздух, всасываемый вентилятором 12 через отверстия наружного цилиндра 10, проходит через слой зерна, охлаждает его и по внутреннему

цилиндру 11 поступает в вентилятор. Шлюзовой затвор 16 непрерывно выгружает зерно из охлаждающей колонки. Поэтому зерно в колонке движется вниз. Датчики 13 и 14 автоматически поддерживают постоянный уровень зерна в кольцевой камере охлаждающей колонки.

Производительность сушилки при снижении влажности зерна с 20 до 14 % составляет 10 т/ч. Рабочие органы приводятся в действие электродвигателями суммарной мощностью 38 кВт. Удельный расход условного топлива 12,8 кг/т.

Передвижная барабанная сушилка СЗПБ-2,5, снабженная ходовыми колесами, может перемещаться с одного места на другое. Ее устройство и назначение такие же, как у сушилки СЗСБ-8А. Охлаждающая колонка выполнена как сушильный барабан, но в нее подается холодный воздух. Производительность сушилки на сушке продовольственного зерна пшеницы при снижении его влажности на 6 % за один пропуск составляет 2,3 т/ч.

10.2. Конвейерная, ромбическая и карусельная зерносушилки

Конвейерная сушилка УСК-2 предназначена для сушки продовольственного и фуражного зерна зерновых, зернобобовых, масличных, крупяных и других культур, а также слабосыпучего сеного вороха трав.

Сушилка состоит из загрузочного бункера 1 (рис. 115, а), сушильной 3 и охлаждающей 7 камер, вентилятора 6, теплогенератора 5 и пульта управления. В сушильной и охлаждающей камерах установлены цепочно-планчатые транспортеры 2 и 9 для перемещения зерна по решетам 4 и 10. Теплогенератор, снабженный горелкой, камерой сгорания и вентилятором 6, может работать на жидком, газообразном и твердом топливе.

Рабочий процесс конвейерной сушилки заключается в следующем. Зерно подают загрузочным транспортером в бункер 1. Из него оно самотеком высыпается на верхнюю ветвь транспортера 2, распределяется им тонким слоем и перемещается по поверхности сначала верхнего, а затем нижнего решета 4. Теплоноситель, получаемый в теплогенераторе 5 в результате сжигания топлива, вентилятором 6 нагнетается под нижнее решето, проходит сначала через нижний, а затем через верхний слой зерна, нагревает его и удаляет испарившуюся влагу. При перемещении зерна по поверхности настила планки транспортера ворошат слой, обеспечивая необходимую равномерность сушки.

Высушенное зерно поступает на транспортер 9 охлаждающей камеры, который перемещает его по решетку 10 к выгрузному окну. Атмосферный воздух, подаваемый вентилятором, проходит через слой зерна и охлаждает его. Режим сушки регулируют, изменяя температуру теплоносителя и скорость движения транспортера сушильной камеры.

Производительность УСК-2 при сушке фуражного зерна 4 т/ч.

Ромбическая сушилка снабжена сушильной камерой 13 (рис. 115, б) в форме ромба с двойными перфорированными стенками 11 и 12. При сушке зерно движется сверху вниз между стенками, продувается теплоносителем, нагревается и высыхает. В процессе движения по верхнему и нижнему наклонным каналам зерновой слой перемешивается. Ромбическая сушилка обеспечивает качественную сушку фуражного, продовольственного и семенного зерна. Ромбические сушилки бывают передвижные и стационарные.

Производительность этих сушилок в зависимости от длины сушильной камеры составляет 5...25 т/ч.

Карусельная зерносушилка СКЗ-8 предназначена для сушки зерна зерновых и зернобобовых культур с исходной влажностью до 35%. Сушилка снабжена цилиндрической камерой 16 (рис. 115, в), в которой зерновой ворох вращается вместе с решетчатой платформой 19 вокруг вертикальной оси и обрабатывается теплоносителем. Загрузочное устройство подает влажное зерно сверху на вращающийся зерновой ворох, а выгрузное устройство из нижнего слоя и выводит его из сушилки.

Производительность СКЗ-8 на сушке продовольственного зерна пшеницы при снижении влажности с 26 до 14% составляет 5 т/ч.

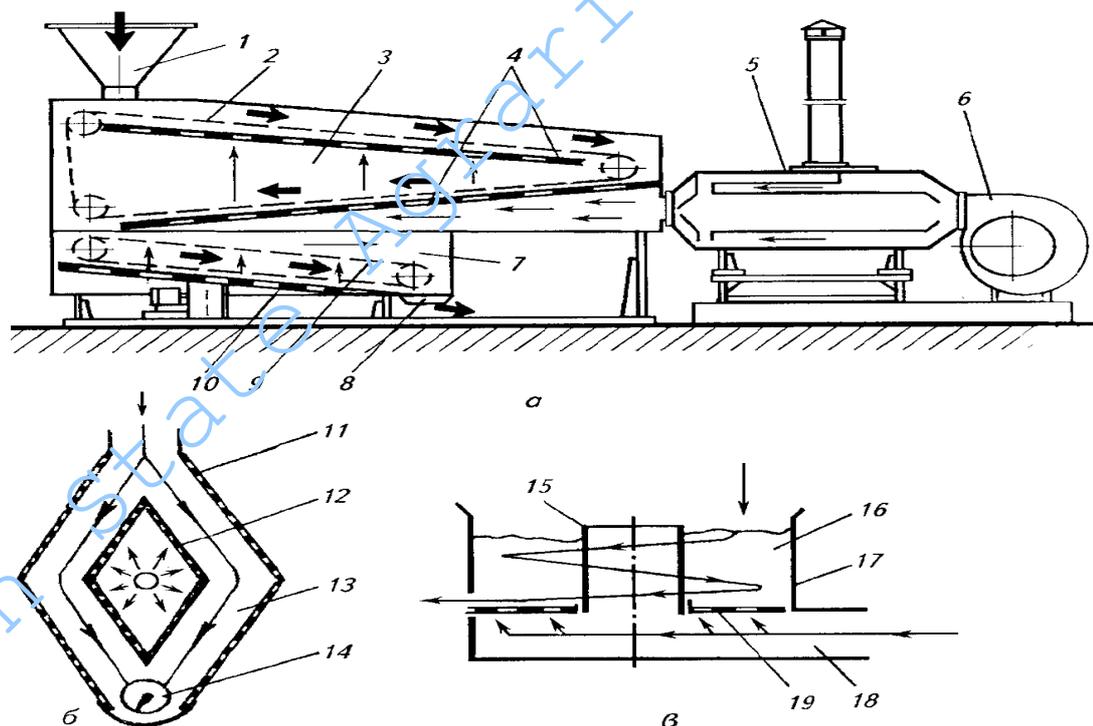


Рис. 115. Схема рабочего процесса конвейерной (а), ромбической (б) и карусельной (в) зерносушилок:

1-бункер; 2, 9-транспортеры; 3, 13, 16-сушильные камеры; 4, 10-решета; 5-теплогенератор; 6-вентилятор; 7-охладительная камера; 8-выгрузной канал; 11, 12-стенки; 14-шнек; 15, 17-ограждения; 18-воздуховод; 19-решетчатая платформа

Сушилка карусельная СКУ-10. Предназначена для сушки зерна или семян подсолнечника, а также рапса, риса, бобовых культур и семян трав. Обеспечивает качественную сушку семенного, продовольственного и фуражного зерна.

Технологический процесс в сушилке выполняется следующим образом. Полуметровый слой зерна продувается снизу мощным потоком теплого воздуха. Зерно в нижней части слоя, по мере сушки, отделяется и выводится из сушилки, а сверху слой автоматически дополняется влажным зерном. Эта технология идеальна для сохранения качества семян и экономии топлива.

Таблица 15

Техническая характеристика сушилки карусельной СКУ-10

Показатели	
Производительность, пл.т/ч: на семенном режиме	5,4
на продовольственном режиме	10
Производительность за сутки, пл.т: на семенном режиме	до 120
на продовольственном режиме	до 200
Производительность за сезон (агросрок) по данным потребителей, т	до 4500
Топливо: дизельное или печное бытовое, газ	
Расход топлива: жидкого, кг	до 6
газа, куб.м	до 8
Расход электроэнергии, кВт.ч	до 11
Установленная мощность электродвигателей, кВт	51
Масса, кг всего	8000
без топочного блока и вентилятора	4750
Толщина слоя зерна в сушильной камере, мм	500

Сушилка зерновая карусельная СЗК-10Б. Предназначена для сушки семенного и продовольственного зерна (зерновые влажностью до 35 % и засоренностью до 6 %) и кукурузы (влажностью до 40 % и засоренностью до 10 %).

Сушилка СЗК-10Б используется в составе семяочистительно-сушильных линий послеуборочной обработки зерна и семян и устанавливается в помещении на заранее подготовленном фундаменте в соответствии с типовыми проектами или под навесом. Сушилка также может использоваться самостоятельно.

Сушилка состоит из сушильной камеры, мотора регулятора поворотной платформы, воздухонагревателя на жидком топливе (рециркуляци-

онный воздухонагреватель РВ-600(ж), вентилятора разбавления воздуха, воздухопроводов с регулируемыми заслонками, приставок и шкафа (пульт) управления

Таблица 16

Техническая характеристика сушилки карусельной СЗК-10Б

Показатели	
Производительность за 1 час основного времени при снижении влажности зерна пшеницы с 20 % до 14 % при засоренности не более 6 %, т/ч: при семенном режиме не менее при продовольственном режиме не менее	4,0 8,0
Пределы регулирования температуры агента сушки (воздуха), °С	до +80
Тепловая мощность воздухонагревателя РВ-600(ж), кВт	600
Вид дизельного топлива	ГОСТ305-82
Расход топлива, кг/час	51,4
Удельный расход условного топлива, (7000 ккал/кг), кг/т	9-15
Объем сушильной камеры для сушки зерна, м ³	12
Установленная мощность электродвигателей, кВт не более	39
Масса, кг не более	5500
Количество обслуживающего персонала, чел	1
Срок службы лет, не менее	10

Технический процесс производства сушилки зерновой карусельной СЗК-10Б отлажен в открытом акционерном обществе «Бугульминский ремонтно-механический завод».

Сушилка высоковлажных семян СБВС-5. Сушилка высоковлажных семян СБВС-5 и высоковлажного зерна ОСВС-5 предназначена для сушки предварительно очищенных семян зерновых и зернобобовых культур влажностью до 35 %, может использоваться для сушки продовольственного и фуражного зерна. Конструкция сушилки используется в составе зерноочистительно-сушильных комплексов и предприятий послеуборочной обработки и хранения зерна. Сушилка имеет производительность 5 т/ч при съеме влаги с 26 до 14 % на семенном режиме.

Сушилка состоит из двух сушильных установок бункерного типа, двух норий 2НПЗ-20, комплекта зернопроводов, топчного блока ТБ-1,5А, двух вентиляторов Ц-14-46-8, двух шнеков с поворотными лотками, комплекта воздухопроводов и станции управления. Является сушилкой непрерывного действия и может нормально функционировать в составе отделения

сушки с бункерами активного вентилирования БВ-40А, в которых создается запас зерна для сушки и происходит охлаждение зерна после сушки.

Для удобства обслуживания внутри воздухораспределительной трубы сушильной установки смонтирована лестница. Для контроля нижнего и верхнего критических уровней зерна на листе верхнего яруса сушильной установки смонтированы два датчика уровня зерна. Для загрузки сушильных установок и подачи зерна от сушильных установок сушилка СБВС-5 имеет две двухпоточные норы 2НПЗ-20.

Разводка зернопроводов между нориями 2НПЗ-20 и сушильными установками выполнена таким образом, чтобы зерно можно было сушить в них параллельно или последовательно. Технологический процесс в сушилке выполняется следующим образом.

Сушильные установки заполняются предварительно очищенным зерном. Полнота загрузки сушильной установки регулируется датчиками уровня зерна. При движении зерно в сушильной установке проходит последовательно три инвертора, в которых происходит перемешивание слоя зерна, в результате чего в сушильные установки, в зависимости от исходной влажности, можно подавать агент сушки с температурой 60-70 °С.

Время сушки регулируется работой шнека, который по заданной программе включается и выключается. Изменяя время работы шнека, регулируют пропускную способность сушильной установки, следовательно, и экспозицию сушки.

При первоначальной влажности зерна до 18 % обе сушильные установки работают параллельно, при более высокой влажности они настраиваются на последовательную работу.

Высушенное зерно охлаждают в вентилируемых бункерах БВ-40А.



Рис. 116. Зерносушилка

Зерносушилки «SmartGrain» – шахтные сушилки непрерывного действия применимы для сушки продовольственного и семенного зерна, а также фуража и масличных культур. Производительность одного модуля по пшенице составляет от 10 до 60 тонн в час.

Устройство зерносушилок. Агент сушки (теплый воздух) производится с помощью вентиляторных горелок в теплогенераторе (для газовых сушилок) и с помощью теплообменника (для дизельных сушилок). Теплогенератор расположен внутри канала теплого воздуха, а теплообменник снаружи зерносушилки. В шахте сушилки встроены конические крышеобразные воздушные каналы. Эти воздушные каналы односторонне закрыты и расположены рядами так, что над каждым рядом подводящих воздух каналов находится ряд отводящих каналов (в шахматном порядке). Такое расположение воздушных каналов гарантирует проход воздуха через столб продукта. Осевые вентиляторы, встроенные в воздухоотводящий канал, создают необходимый поток воздуха через столб продукта. Осевые вентиляторы работают в режиме отсасывания, в результате чего в сушилке создаётся разрежение. Допустимая температура зерна зависит от культуры и может быть настроена в зависимости от процесса сушки.

Вопросы к заданию:

1. Что понимается под активным вентилированием зерна? 2. С какой целью проводят активное вентилирование зерновой массы? 3. Какие виды активного вентилирования зерна существуют? 4. Какие типы установок активного вентилирования применяются в складах с горизонтальными полами? 5. Какие типы установок активного вентилирования применяются в складах с наклонными полами? 6. Для чего предназначены аэрожелоба? 7. Какие типы вентиляторных установок вы знаете? 8. От чего зависит продолжительность вентилирования зерна при охлаждении и подсушивании? 9. Какие зерноочистительные машины используются для предварительной, первичной и вторичной очистки зерна? 10. Какие физико-механические свойства используют для очистки и сортирования семян? 11. Перечислите способы сушки и требования к процессу сушки? 12. Какие сушилки применяют для сушки продовольственных и семенных партий зерна? 13. Как регулируют режимы работы барабанной и шахтной сушилок?

11. ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Любая производственная деятельность человека представляет определенную опасность. Цель состоит в уменьшении этой опасности до приемлемого уровня, сравнимого с тем, который характерен для людей в повседневной жизни.

Рост механизации и повышение производительности в промышленности, особенно в последние десятилетия, одна из причин несчастных случаев на производстве, число и тяжесть которых значительно возросли. Все это требует уделения серьезного внимания безопасности труда и предотвращения несчастных случаев. Несчастные случаи являются следствием несоблюдения элементарной техники безопасности.

Высокий уровень безопасности и надежность предприятия возможны только в том случае, если на всех указанных этапах ответственными и квалифицированными инспекторами осуществляется обширный периодический контроль и если персонал предприятия побуждается к участию в реализации постоянной стратегии обеспечения безопасности и составляет с ней одно целое.

Опасности можно разделить на две категории: опасности общего характера, которые могут иметь место на каждом предприятии, и специфические опасности, присущие определенной отрасли промышленности.

Рассмотрим специфические опасности:

рабочие на предприятиях по хранению и переработке зерна подвергаются ряду специфических опасностей, не все из которых охвачены правовыми положениями.

Ниже перечисляются эти опасности.

а) работа в закрытых пространствах, а именно в силосах, бункерах и трюмах судов. К мерам предосторожности относят: достаточное количество кислорода, безопасное освещение, использование специальных масок, помощь в критических ситуациях и быстрая эвакуация.

При работе в силосах с продуктом, который может образовывать своды, скважины или прилипать к стенам, рабочий, опускающийся в силос, должен быть достаточно информированным об опасностях выхода из подвесной люльки, расстегивания предохранительного пояса, хождения по продукту, образующему свод, спуска ниже верхнего уровня материала и т.п.

Неожиданная загрузка и разгрузка силоса должны быть исключены при нахождении в нем человека (рис.117).

б) фумигация зараженного зерна; предохранительные меры должны включать: тщательное изучение преимуществ и характеристик используемых фумигантов: токсичность, воспламеняемость, взрывоопасность, проникновение в соседние силосы, а также определение предельно допустимой концентрации фумиганта; защиту лиц, проводящих фумигацию (вентиляция, противогазы и перчатки); инструкции для дежурного врача; удаление, нейтрализацию и уничтожение использованных упаковочных средств и т.п.

в) перемещение, соединение и расцепка вагонов и автомобилей при загрузке и разгрузке. Необходимы достаточное освещение, хорошие средства связи и бросающаяся в глаза одежда;

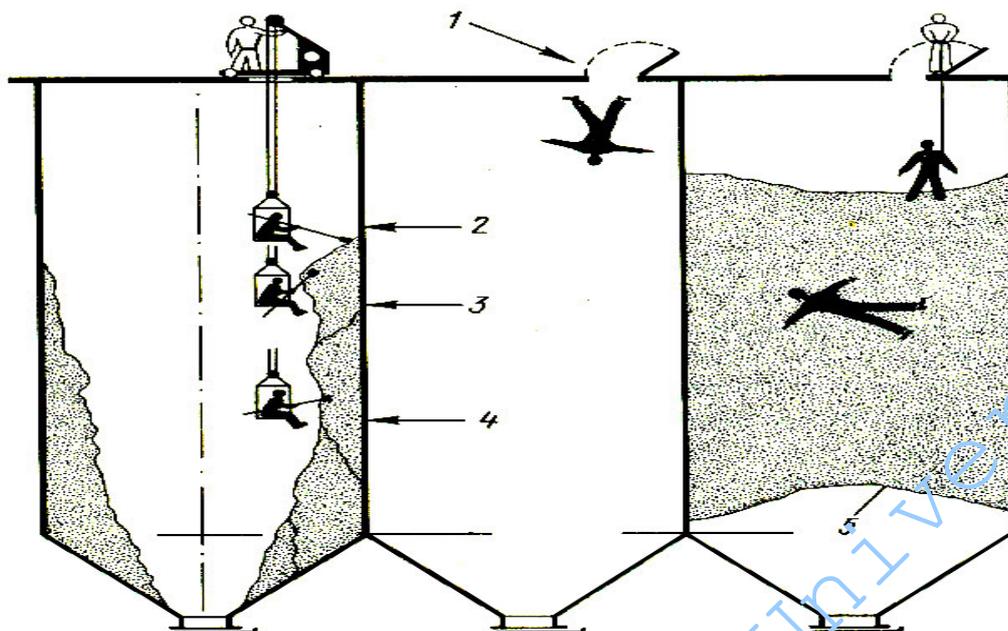


Рис. 117 Меры безопасности для рабочих, работающих в силосах:
 1 – никогда не оставляйте открытым люк; 2 – хорошо; 3 – очень опасно; 4 – безрассудно; 5 – свод.

г) работа в портах и на борту судов и барж. Средства доступа к ним (трапы, сетки внизу, крышки люков) должны быть прочно закреплены;

д) работа вблизи или на узлах транспортных средств, а именно на нориях, ленточных, скребковых и винтовых конвейерах. Перед пуском конвейера необходимо подавать звуковой сигнал; следует исключать захват лентой, цепью или приводом; там, где требуется, должны быть установлены аварийные выключатели (рис.118, 119);

е) взрывы пыли и пожары. Говоря, в общем, конструкторы, обслуживающий и ремонтный персонал в недостаточной степени оценивают эту опасность, из-за ее важности и последствий полезно рассмотреть эту проблему более подробно.

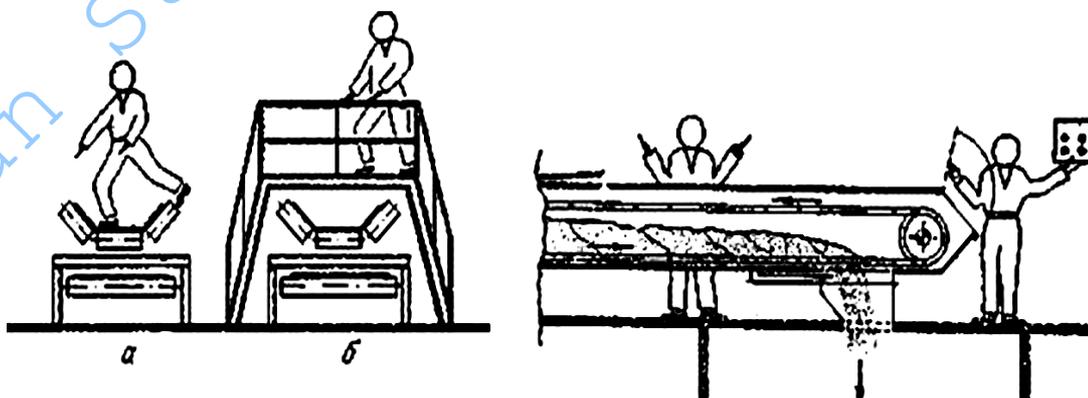


Рис. 118. Опасности при переходе через ленточный конвейер:
 а – неправильно, б – правильно

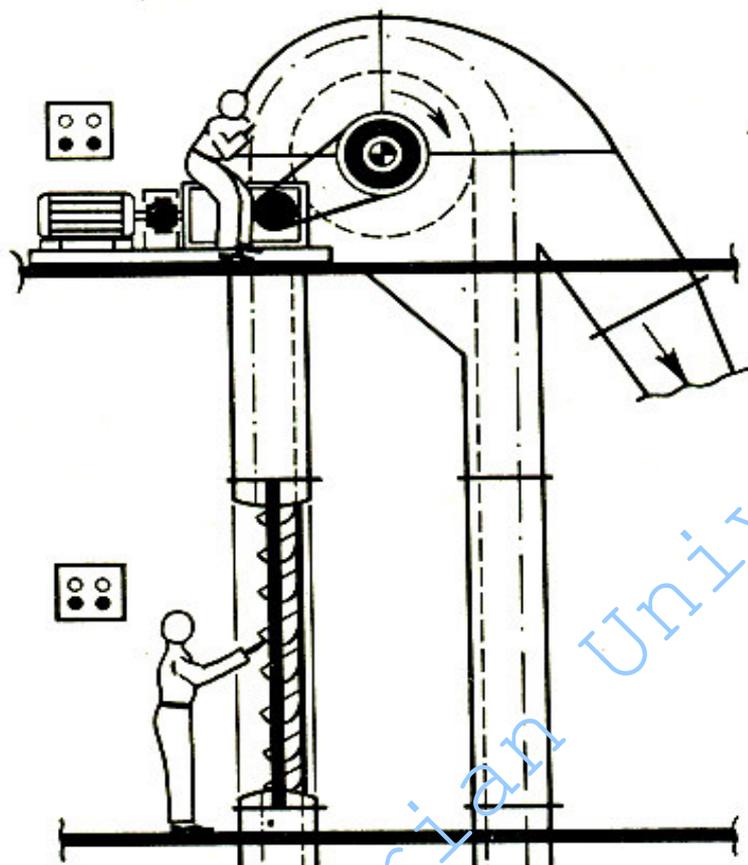


Рис. 119. Опасности при проверке и замене ковшей.

Наиболее важной специфической опасностью на предприятиях по хранению и переработке зерна являются взрывы пыли, которые уже унесли много жизней, принесли значительные повреждения зданиям, уничтожили сырье и продукцию.

Опасность взрыва пыли на предприятиях, где имеется горючая пыль, можно значительно ограничить, но, к сожалению, никогда нельзя полностью исключить. Фактически благодаря свойствам перерабатываемых продуктов и методам эксплуатации пыль всегда будет присутствовать, и никогда нельзя полностью исключить потенциальные источники зажигания. Всякий раз, когда перемещается зерно, имеется потенциальный источник пыли. Даже когда пыль удаляют из определенной партии зерна, следующее ее перемещение или перегрузка будут вызывать новое образование пыли.

Наиболее важными предупредительными мерами ограничения опасности взрыва пыли являются: устранение всех взрывоопасных концентраций пыли в воздухе и любой опасности распространения, которое может привести к вторичному взрыву (Г. Боуманс, 1991).

Центробежные пылеуловители (циклоны) применяют для очистки воздуха от всех видов пыли из-за простоты их конструкции, эксплуатационной надежности и экономичности. Коэффициент очистки циклонов достигает

97...98 %, улучшенных и модернизированных конструкций на отдельных видах пыли даже 99 % и выше.

Принцип работы циклона основан на сообщении воздушному потоку вращательного движения между концентрично расположенными цилиндрами и на использовании центробежных сил для выделения пыли из потока.

На предприятиях по хранению и переработке зерна применяют четыре типа циклонов рис. 120). Первые три типа циклонов (ЦОЛ, БЦ, ОТИ) имеют тангенциально-винтовые улитки, а циклон типа УЦ — спирально-плоскую улитку.

По форме циклоны разделяют на цилиндрические и конусные. По размерам различают циклоны одиночные большого диаметра (циклоны ЦОЛ) и батарейные малого диаметра (БЦ, ОТИ и УЦ). В зависимости от направления вращения воздушного потока циклоны бывают правого исполнения (поток вращается по часовой стрелке) и левого (поток вращается против часовой стрелки).

Циклон УЦ имеет спирально-плоскую входную улитку. Повышение эффективности очистки в этом циклоне достигается в результате следующих конструктивных изменений.

1. Входной патрубок в циклоне УЦ квадратной формы вынесен за габаритные размеры циклона; при этом входная улитка имеет спиральную наружную поверхность, описанную с углом 180° . Благодаря наличию такой улитки улучшается эффективность очистки воздуха, потому что при входе в циклон все частицы пыли оказываются уже выведенными на поверхность наружного цилиндра циклона. В обычных циклонах с тангенциально-винтовыми улитками входной патрубок расположен в пределах наружного диаметра, поэтому частицы пыли вынуждены перемещаться от внутреннего цилиндра к наружному.

2. Верхняя винтовая крышка входной улитки обычных циклонов заменена в циклоне УЦ горизонтальной плоскостью. Поэтому после одного оборота поток не опускается по винтовой линии с шагом d , как в обычных циклонах, а уплотняет и отжимает входящий воздух. Это улучшает эффективность очистки, но увеличивает сопротивление циклона.

3. Диаметр внутреннего цилиндра циклона УЦ уменьшен до $0,38D$ вместо $0,6D$ в обычных циклонах. Это снижает вероятность уноса в выхлопную трубу мелких пылинок и улучшает эффективность очистки.

Циклоны УЦ наиболее эффективно работают на мучной пыли, достигая значений коэффициента $99...99,5\%$.

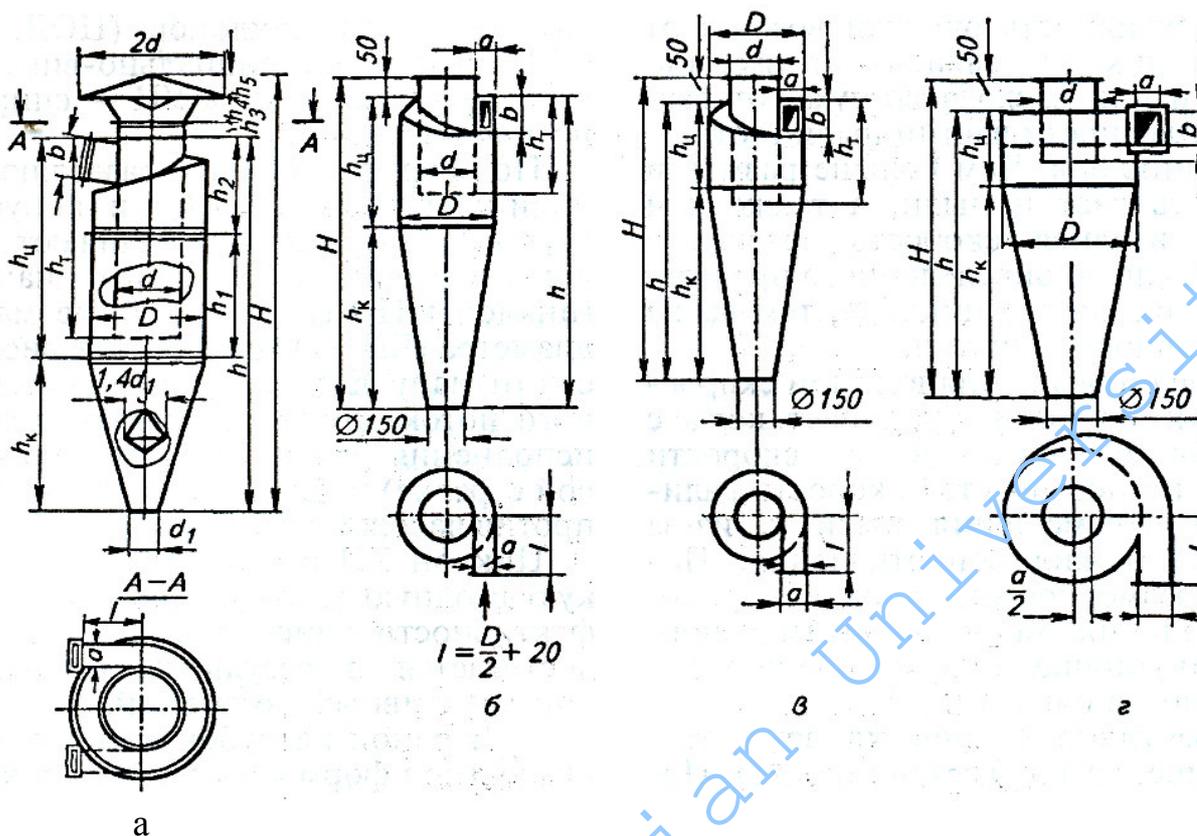


Рис. 120. Проектная нормаль циклонов:
 а – ЦОЛ; б – БЦ (ВНИИЗ-НИИОгаз); в – ОТИ; г – УЦ

Завод Корпорации «СКЭСС» выпускает установки батарейных циклонов У21-ББЦ. Установка батарейных циклонов состоит из четырех циклонов коническо-цилиндрической формы. Сверху к циклонам прикреплена сборная коробка. Коническая часть заканчивается выпускным отверстием с фланцем, при помощи которого четыре циклона крепятся к общему сборному бункеру конической формы.

В соответствии с правилами техники безопасности и производственной санитарии все вращающиеся части оборудования (валы, шкивы, зубчатые передачи и т. д.) следует ограждать. Запрещается смазывать и ремонтировать движущиеся части на ходу, надевать, сбрасывать и переводить приводные ремни на ходу без соответствующих приспособлений. Запрещается включать зерносушилку, если ограждения отсутствуют или неисправны. При обслуживании машин и механизмов все рабочие должны быть одеты в комбинезоны, на голове обязательно должен быть головной убор (берет, шлем или кепка), так как волосы и свисающие концы одежды могут быть захвачены и замотаны вращающимися частями.

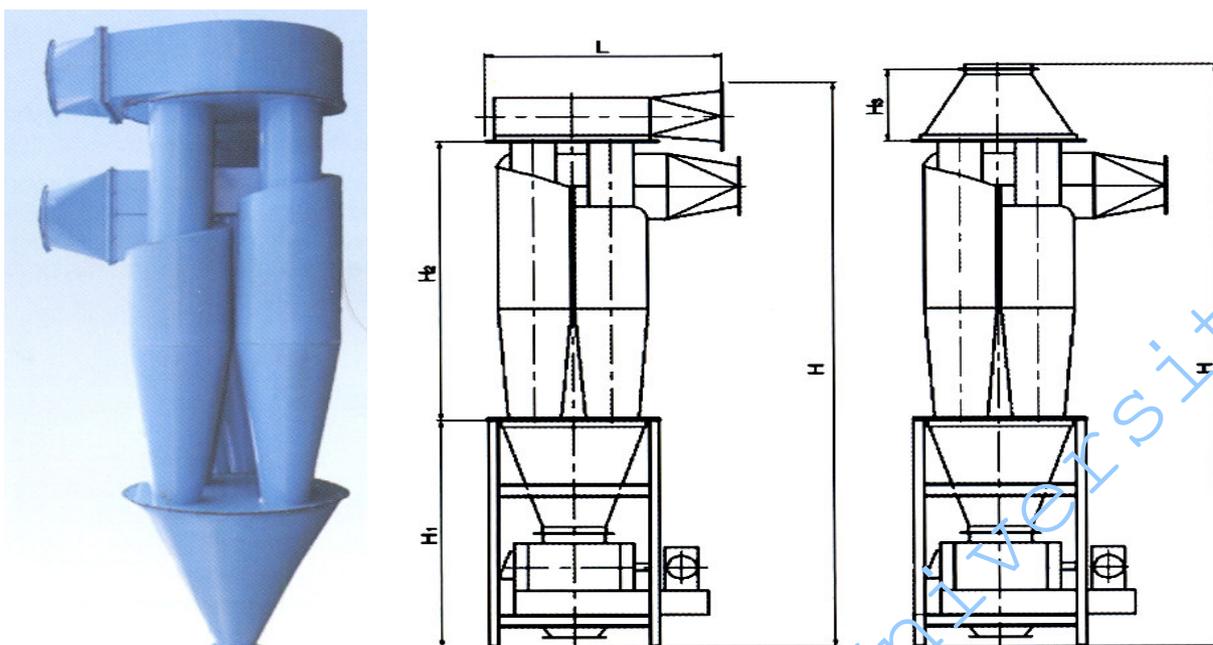


Рис.121 Установки батарейных циклонов У21-ББЦ.

В помещении зерносушилки и топки создают надлежащие санитарно-гигиенические условия, устанавливают аспирационное оборудование. Недопустимо проникновение в помещение агента сушки, так как он может содержать окись углерода (угарный газ).

Перед пуском конвейеров и других машин с движущимися частями предварительно дают предупреждающий условный сигнал. Пуск и остановку оборудования предусматривают как с пульта управления, так и с мест обслуживания.

Во избежание несчастных случаев от поражения током следят за тем, чтобы электропроводка и пусковые приспособления находились в полной исправности. Электродвигатели, светильники электросети, уложенные в трубах, тщательно заземляют. Электрооборудование сети вторичной коммутации, схемы диспетчеризации, сигнализации и автоматического контроля сушки обслуживает электрик.

Процесс горения жидкого и газообразного топлива автоматизируют. Эксплуатация топки без элементов автоматики категорически запрещена, так как они предотвращают поступление топлива в форсунку, если не включены топливный насос, вентилятор высокого давления (или он не развил требуемого давления воздуха перед форсункой), вентилятор сушильной шахты (камеры нагрева). На аварийный случай в топке предусмотрен противозрывной клапан.

Для тушения пожара на всех этажах зерносушилки на видных местах устанавливают огнетушители и ящики с песком, в теплое время года у входа в зерносушильное и топочное отделения – бочки с водой и ведра.

Во избежание ожогов от соприкосновения с горячими воздухопроводами и частями зерносушилки, а также для предотвращения потерь теплоты в окружающую среду все горячие поверхности покрывают слоем теплоизоляции.

Для соблюдения противопожарной безопасности необходимо не допускать течи топлива в местах соединений топливопроводов с приборами и т. д.

Кроме топки опасными в пожарном отношении являются сушильные шахты, камеры нагрева и бункера тепло- и влагообмена рециркуляционных зерносушилок. При сильном перегреве зерна в сушильной шахте, а также при попадании на него искр из топки возможно гнездовое загорание, которое может охватить остальное зерно. Опасность загорания зерна в сушильной шахте увеличивается, если в ней накапливается легковоспламеняющийся сор, поэтому зерно перед сушкой следует очищать, соблюдать установленные температурные режимы и устранять задержки при движении его в шахте.

Следует также соблюдать правила обслуживания топки, поддерживать в исправном состоянии все искроулавливающие устройства и периодически счищать их от золы и сажи.

В камере нагрева зерно может загореться при отсутствии в бункере тепло- и влагообмена сливной трубы для выпуска излишков зерна. Появление очага загорания зерна можно обнаружить по запаху дыма в отводящей камере шахтной прямоточной зерносушилки или на выходе отработавшего агента из выхлопной трубы вентилятора. В этом случае останавливают все вентиляторы, так как при их работе очаг загорания распространяется сильнее. Одновременно газы из топки на жидком и газообразном топливе переключают на дымовую трубу, топку на жидком и газообразном топливе немедленно останавливают. Чтобы полностью прекратить тягу воздуха, который усиливает горение зерна, плотно закрывают все задвижки в подводящих и отводящих воздухопроводах сушильной шахты и шахты охлаждения.

Чтобы загоревшееся и тлеющее зерно не попало из зерносушилки в склад или в силос элеватора, выпускной механизм и норию для просушенного зерна немедленно останавливают. Если шахта и надсушильный бункер не заполнены зерном, норию для подачи сырого зерна выключают после завершения заполнения последнего.

Тлеющее или горящее зерно, находящееся в шахте, нельзя заливать водой, так как это может деформировать металлические стены шахты и коробов. Тушить горящее зерно огнетушителями в шахте также нельзя во избежание его порчи. Место нахождения тлеющего зерна в большинстве случаев обнаруживают через отводящие или подводящие короба. В этом случае его удаляют металлическим совком. Тлеющее зерно, которое нельзя удалить из шахты через короба, постепенно выпускают в нижний бункер, собирают в ящики или ведра и заливают водой вне помещения. Затем стены шахты и короба тщательно очищают от остатков пригоревшего и приставшего зерна.

При загорании зерна в камере нагрева рециркуляционной зерносушилки выключают топку, останавливают вентиляторы камеры нагрева, шахт охлаждения и, увеличив подачу сырого зерна, ликвидируют загорание. Перед следующим пуском зерносушилки выясняют причины загорания и устраняют их.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Установки батарейных циклонов У21-ББЦ

Технические характеристики	У21-ББЦ-275	У21-ББЦ-300	У21-ББЦ-350	У21-ББЦ-400	У21-ББЦ-450	У21-ББЦ-500	У21-ББЦ-550
Производительность, м ³ /ч	2030	2420	3220	4240	5390	6680	8100
Скорость воздуха, м/с	16	16	16	16	16	16	16
Эффективность очистки, %	98-99	98-99	98-99	98-99	98-99	98-99	98-99
Внутренний диаметр наружного цилиндра, мм	275	300	350	400	450	500	550
Мощность привода, кВт	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Длина, мм	848	923	923	1008	1008	1008	1008
Ширина, мм	1025	1235	1465	1532	1617	1732	1842
Высота, мм	3050	3270	3522	4122	4375	4805	5070
Масса без привода, кг	214	279	314	419	453	574	621

Приложение 2

Трубы самотечные круглого сечения СТ

Марка	Длина, мм	Диаметр, мм	Масса, кг
СТ-1	2020	140	10,8
СТ-2	2020	220	24,0
СТ-3	2020	300	32,8

Приложение 3

Трубы самотечные квадратного сечения СТ

Марка	Длина, мм	Размер сечения, мм	Масса, кг
СТ-4	2020	140 x 140	13,8
СТ-5	2020	200 x 200	28,0
СТ-6	2020	300 x 300	41,7
СТ-7	2020	380 x 380	52,0

Приложение 4

Фланцы круглого сечения 1 СФ

Марка	Диаметр внутренний, мм	Масса, кг
1 СФ 1	144	0,4
1 СФ 3	224	1,2
1 СФ 4	304	1,5
1 СФ 5	384	1,9

Приложение 5

Фланцы квадратного сечения 1 СФ

Марка	Диаметр внутренний, мм	Масса, кг
1 СФ 11	140 x 140	0,8
1 СФ 12	200 x 200	1,4
1 СФ 13	300 x 300	2,0
1 СФ 14	350 x 350	2,4
1 СФ 16	219 x 496	2,6
1 СФ 17	219 x 496	2,6

Приложение 6

Колена СК

Марка	Размер внутренний, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СК-1	140 x 140	54	2,4
СК-2	140 x 140	45	2,4
СК-4	200 x 200	54	4,5
СК-5	200 x 200	45	4,8
СК-7	300 x 300	54	7,9*
СК-8	300 x 300	45	9,0
СК-3	140 x 140	12	1,8
СК-6	200 x 200	14	2,4
СК-9	300 x 300	14	4,7
СК-11	350 x 350	54	13,4
СК-12	350 x 350	45	14,0

Приложение 7

Секаторы СС

Марка	Размер внутренний, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СС-1	140	27	2,4
СС-2	140	54	2,6
СС-3	140	45	2,3
СС-4	220	27	4,8
СС-5	220	54	6,2
СС-6	220	45	6,0
СС-7	300	27	7,0
СС-8	300	54	10,4
СС-9	220	45	8,8
СС-11	300	36	5,5
СС-12	380	36	8,5
СС-13	380	27	11,0
СС-14	380	54	16,0
СС-15	380	45	14,0

Приложение 8

Патрубки переходные с квадрата на круг СП

Марка	Размер отверстий, мм	Масса, кг
СП-5	140 x 140/ диаметр140	1,5
СП-6	200 x 200/ диаметр140	3,6
СП-40	200 x 200/ диаметр180	6,2
СП-7	200 x 200/ диаметр220	4,7
СП-9	300 x 300/ диаметр300	6,9
СП-26	350 x 350/ диаметр380	8,2
СП-29	450 x 450/ диаметр300	10,9

Приложение 9

Патрубки переходные с круга на круг СП

Марка	Размер отверстий, мм	Масса, кг
СП-2	диаметр300/ диаметр220	3,6
СП-24	диаметр380/ диаметр300	6,8
СП-4	диаметр300/ диаметр220	5,8
СП-25	диаметр380/ диаметр300	6,2

Приложение 10

Вводы симметричные круглые СВС

Марка	Размер внутренних, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СВС-1	140	36	2,5
СВС-2	140	45	2,6
СВС-24	180	36	4,9
СВС-22	180	45	5,1
СВС-23	180	54	6,2
СВС-3	220	36	7,3
СВС-4	220	45	8,8
СВС-5	220	54	10,1
СВС-6	300	36	12,6
СВС-7	300	45	13,7
СВС-8	300	54	14,2
СВС-15	380	36	14,9
СВС-16	380	45	15,6

Приложение 11

Вводы двойные круглые СВД

Марка	Размер внутренний, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СВД-1	140	36	4,6
СВД-2	140	45	5,2
СВД-24	140	54	6,2
СВД-23	180	36	9,8
СВД-22	180	45	10,4
СВД-25	180	54	13,4
СВД-3	220	36	14,2
СВД-4	220	45	17,2
СВД-5	220	54	19,6
СВД-6	300	36	26,6
СВД-7	300	45	27,2
СВД-8	300	54	30,3
СВД-15	380	36	30,9
СВД-16	380	45	29,5

Приложение 12

Вводы симметричные квадратные и прямоугольные СВС

Марка	Размер внутрен- ний, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СВС-9	140x140	36	3,9
СВС-10	140x140	45	4,0
СВС-11	200x200	36	9,5
СВС-12	200x200	45	10,6
СВС-13	300x300	36	14,2
СВС-14	300x300	45	15,4
СВС-17	350x350	36	15,7
СВС-18	350x350	45	16,9
СВС-19	219x496	36	15,0
СВС-20	219x496	45	16,6
СВС-21	296x496	36	17,6

Приложение 13

Вводы двойные квадратные и прямоугольные СВД

Марка	Размер внутренний, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СВД-9	140x140	36	5,5
СВД-10	140x140	45	6,6
СВД-11	200x200	36	15,5
СВД-12	200x200	45	17,7
СВД-13	300x300	36	26,0
СВД-14	300x300	45	27,3
СВД-17	350x350	36	31,5
СВД-18	350x350	45	35,1
СВД-19	219x496	36	28,0
СВД-20	219x496	45	30,4
СВД-21	296x496	36	36,0

Приложение 14

Вводы одинарные круглые СВО

Марка	Размер внутренний, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
СВО-1	140	36	3,5
СВО-2	140	45	3,8
СВО-22	180	45	8,8
СВО-23	180	54	11,7
СВО-3	220	36	11,2
СВО-4	220	45	12,9
СВО-5	220	54	14,2
СВО-6	300	36	17,9
СВО-7	300	45	20,4
СВО-8	300	54	22,8
СВО-15	380	36	25,8
СВО-16	380	45	26,8

Приложение 15

Поворотная труба ТП

Технические характеристики	ТП- 6	ТП-8	ТП- 12
Производительность, тонн/час (при объемной массе 0,75 т/м ³)	350	350	350
Число выпускаемых патрубков, шт	6	8	12
Диаметр входного патрубка, мм мм	450	450	450
Частота вращения трубы, об/мин.	2	2	2
Максимальный угол наклона присоединительных патрубков, град.	45	45	45
Мощность электродвигателя ,кВт	0,27	0,27	0,27
Масса , кг	400	840	1320

Приложение 16

Клапан перекидной односторонний вертикальный (наклонный) с электроприводом

Марка	Размер сечения, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
КО-1 (КО-1Н)	140x140	36	33,4
КО-2 (КО-2Н)	140x140	45	33,8
КО-3 (КО- 3Н)	180x180	45	39,0
КО-4 (КО- 4Н)	200x200	54	47,9
КО-5 (КО-5Н)	200x200	36	43,5
КО-6 (КО-6Н)	200x200	45	45,1
КО-7 (КО-7Н)	300x300	54	65,3
КО-8 (КО-8Н)	300x300	36	59,3
КО- 9 (КО-9Н)	300x300	45	63,0
КО-10 (КО-10Н)	350x350	36	71,8
КО-11 (КО-11Н)	350x350	45	75,9

Приложение 17**Клапан перекидной односторонний с ручным приводом**

Марка	Размер сечения, мм	Угол наклона, град.	Масса, кг
КОР-1	140x140	54	10,9
КОР-2	140x140	45	11,4
КОР-3	180x180	45	16,5
КОР-4	200x200	36	25,4
КОР-5	200x200	54	21,0
КОР-6	200x200	45	22,5
КОР-7	300x300	36	45,8
КОР-8	300x300	54	36,8
КОР-9	300x300	45	40,4
КОР-10	350x350	54	50,0
КОР-11	350x350	45	53,7

Приложение 18**Клапан перекидной двухсторонний с ручным приводом**

Марка	Размер сечения, мм	Масса, кг
КДР-1	140x140	9,1
КДР-2	180x180	13,1
КДР-3	200x200	16,9
КДР-4	300x300	27,6
КДР-5	350x350	37,2

Приложение 19**Клапан перекидной двухсторонний с электроприводом**

Марка	Размер сечения, мм	Масса, кг
КД-1	140x140	31,6
КД-2	180x180	35,6
КД-3	200x200	39,6
КД-4	300x300	50,0
КД-5	350x350	59,7

Оглавление

1.	КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ И ТРЕОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ.....	5
1.1.	Структура элеваторной промышленности.....	5
1.2.	Классификация зернохранилищ.....	9
1.3.	Принципиальная и рабочая схема элеваторов.....	10
1.4.	Рабочее здание, размещение машин и оборудования.....	14
1.5.	Требования, предъявляемые к зернохранилищам.....	24
2	ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ.....	26
2.1.	Зерновая масса как объект обработки и хранения.....	26
2.2.	Типы зернохранилищ и элеваторов.....	27
3.	ЗЕРНОСКЛАДЫ.....	37
4.	БАШЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ СКЛАДОВ.....	46
5.	ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СИЛОСЫ БОЛЬШОЙ ВМЕСТИМОСТИ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	50
6.	МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СИЛОСЫ.....	63
6.1.	Монтаж металлического силоса.....	70
6.2.	Силосы с конусным днищем.....	75
7.	ПРИЕМООТПУСКНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	79
7.1	Отпускные устройства.....	96
8.	СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	101
8.1.	Нория.....	110
9.	АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА.....	120
9.1.	Цель, и задачи вентилирования.....	120
9.2.	Установки активного вентилирования зерна.....	122
9.3.	Установки для активного вентилирования зерна в силосах элеваторов.....	135
10.	ЗЕРНОСУШИЛКИ.....	138
10.1.	Барabanные сушилки.....	146
10.2.	Конвейерная, ромбическая и карусельная зерносушилки.....	148
11.	ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ.....	153
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	161
	Литература.....	169

Литература

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства. – М.: КолосС, 2003. –724 с.
2. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна. /Пер.с англ. В.И. Дашевского – М.: Агропромиздат, 1991.
3. Владимиров В.П., Егоров Л.М. Практикум по технологии хранения и переработки продукции растениеводства: Учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2008. –426 с.
4. Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности Учеб. пособие. –Ростов н/Д : издательский центр «МарТ»,2001. –192 с.
5. Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности Учебник–СПб.: Изд-во «Лань»,2010. –384 с.
6. Еров Ю.В., Хадеев Т.Г., Исаев М.Д.,Салахиев Д.З. Система семеноводства зерновых культур. – Казань: Центр инновационных технологий, 2005. –328 с.
7. Пилипюк В.Л. Технология хранения зерна и семян: Учеб. пособие. –М: Вузовский учебник,2009. –457 с.
8. Платонов П.Н., Пунков С. П., Элеваторы и склады.– М.: Агропромиздат, 1987.
9. Пунков С.В., Стародубцев А.И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 367 с.

Kazan State Agrarian University

Kazan State Agrarian University

Kazan State Agrarian University