



Р.Т. Ооржак

**СООРУЖЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА**

Кызыл
2019

ФГБОУ ВО «ТУВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Р.Т. Ооржак

**СООРУЖЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА**

Практикум

КЫЗЫЛ
2019

УДК 728.9 (075.8)

ББК 38.75

О-11

Печатается по решению учебно методического совета
Тувинского государственного университета

Рецензенты:

Бондаренко О.В. – технолог ГУП «Тывамолоко»;
Монгуш Б.М. – к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры
«Зоотехния».

Ооржак Р.Т

Сооружение и оборудование для хранения продукции растениеводства и животноводства: практикум для студентов направления подготовки 35.03.07. «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Р.Т. Ооржак. – Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2019. – 117 с.

Описаны различные виды зданий и сооружений для хранения основных видов сельскохозяйственной продукции.

Изложены принципы работы и устройство оборудования применяемого в хранилищах и холодильниках.

Практикум составлен в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для студентов направления подготовки 35.03.07. «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

© Ооржак Рада Тогус-ооловна, 2019

© Тувинский государственный университет, 2019

Оглавление

Введение.....	4
Практическое занятие №1.....	5
1.1. Транспортёры	5
1.2. Нории.....	14
1.3. Погрузчики.....	15
Практическое занятие №2.....	19
2.1 Зерносклады.....	19
2.2 Закромные и напольные зерносклады из местных материалов	24
Практическое занятие №3.....	31
3.1. Элеваторы	31
3.2 Силосы.....	35
Практическое занятие № 4.....	44
4.1 Виды активного вентилирования зерна	44
4.2 Оборудование для активного вентилирования.....	45
Практическое занятие № 5.....	54
5.1 Классификация и устройство зерносушилок.....	54
Практическая работа № 6	65
6.1 Классификация холодильников	65
6.2 Объемно – планировочные решения холодильников	67
6.3 Оборудование холодильников	73
Практическое занятие №7.....	79
7.1 Способы хранения и размещения продукции в хранилищ.....	79
7.2 Классификация хранилищ	83
7.3 Конструкция хранилищ	89
7.4 Внутреннее оборудование специализированных хранилищ.....	99
7.5 Вентиляция хранилищ	104
Практическое занятие №8.....	108
8.1 Резервуары для хранения молока	108
Литература	115

Введение

Сельское хозяйство производит основные пищевые продукты, а также сырье для пищевой и многих отраслей легкой промышленности. От количества и качества этих продуктов, разнообразия их ассортимента во многом зависят здоровье, работоспособность и настроение человека. При этом основной задачей является качественное хранение запасов сельскохозяйственных продуктов - сохранение их высокой пищевой, биологической и энергетической ценности при минимальных количественных и качественных потерях.

Прогрессивные в технологическом отношении способы приемки, обработки и хранения сельскохозяйственной продукции обеспечивают снижение потерь, способствуют сохранности и улучшению ее качества и позволяют эффективнее использовать эти важнейшие продукты питания.

Целью практикума является изучение современного оборудования и сооружений для приемки, транспортирования и хранения сельскохозяйственной продукции, обеспечивающего энергоресурсосбережение, экологическую безопасность, повышение технического и технологического уровня производства, сокращение потерь и сохранение качества продукции.

Полученные знания позволят специалистам эффективно управлять процессами хранения на любой стадии, обосновывать технологические требования к системам машин для хранения продукции, и на этой основе принимать решения, обеспечивающие рациональное использование сырья, сокращение его потерь, а также повышение качества сельскохозяйственной продукции.

Практическое занятие №1

Тема: Средства для перемещения растительного сырья и продукции.

Цель работы: Изучение классификации и устройства ленточных, скребковых и шнековых транспортеров, освоить методику расчета производительности транспортных средств.

1.1 Транспортеры

Транспортные средства подразделяются на средства с тяговым органом и без тягового органа. Оба типа устройств могут перемещать грузы, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Транспортеры, применяемые для перемещения сырья и продукции, классифицируются на следующие виды: ленточный, ленточно-трубчатый, скребковый, планчатый, пластинчатый, роликовый, винтовой (шнек), вибрационный, инерционный, метательный, пневматический, аэрожелоб и самотечный.

Ленточные транспортеры получили широкое применение в производстве: на складах, мельницах, элеваторах и зернотоках при больших грузопотоках. Они применяются на погрузке зерна, муки, удобрений, корнеплодов, бахчевых, яблок, хлопка, строительных материалов и кормов вертикально и под углом к горизонту. Ленточные транспортеры меньше травмируют груз, что особенно важно при транспортировании семенного материала.

Ленточные транспортеры с гладкой лентой применяются для горизонтального и слабонаклонного транспортирования (угол наклона до 20°), с рифленой лентой - до 40° и специальные - для крутонаклонного и вертикального транспортирования.

Ленточные транспортеры могут быть стационарные (рисунок 1.) и передвижные. Стационарный ленточный транспортер состоит из поворотного барабана 1, загрузочного устройства 2, ленты 3, роликовых опор 4 и 5, разгрузочного устройства 6, приводного барабана 7, приводного механизма в, натяжного механизма 9.

Наиболее широкое распространение получили передвижные ленточные транспортеры с шириной ленты 400...650 мм,

длиной - от 5 до 15 м, производительностью - от 27 до 65 т/ч при скорости ленты 4 м/с.

Транспортерная лента является грузонесущим органом транспортера, должна иметь малую гигроскопичность, высокая гибкость, прочность, износостойкость и малое удлинение. Ленты бывают хлопчатобумажные (Б-820, ОПБ-5, ОПБ-72), лавсано-хлопчатобумажные (ЛХ-120), капроновые (К-4-3), анидные (А-12-3), прорезиненные. В зависимости от конструкции опор транспортерная лента получает разную форму поперечного сечения, что позволяет определить площадь сечения груза, как необходим 0143 показателя при подсчете производительности.

Ленточные транспортеры, состоящие из отдельных секций 2...3 м, с одной общей лентой, могут быть встроенными в технологические линии и применяются на погрузке ящиков с овощами, фруктами, рассадой и другими грузами.

Ленточно-трубчатый транспортер рекомендуется для перемещения связных грузов таких, как жом, кормосмесь, запаренная соломенная сечка и т. д. (рисунок 2).

Ленточно-трубчатый транспортер состоит из рамы 1, на которой установлены ведущий барабан 8 и ведомые барабаны 2,6. Рама опирается на колеса и на ней устанавливается направляющая труба 4, в которой движущаяся лента получает круглую форму в поперечном направлении.

Принцип его работы заключается в следующем: материал, поступающий на ленту, обжимается последней и увлекается к месту разгрузки.

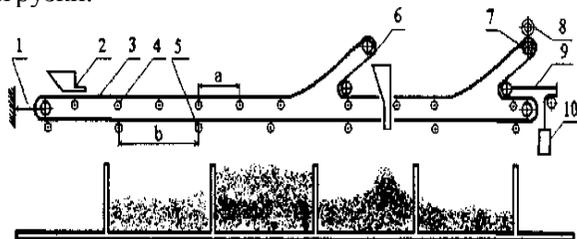


Рисунок 1. - Схема стационарного ленточного транспортера:

1 – поворотный барабан; 2 - загрузочное устройство; 3 - лента; 4 и 5 - роликовые опоры; 6 - разгрузочное устройство; 7 - приводной барабан; 8 - приводной механизм; 9 - натяжной механизм; 10 - груз; a, b - расстояние между роликами

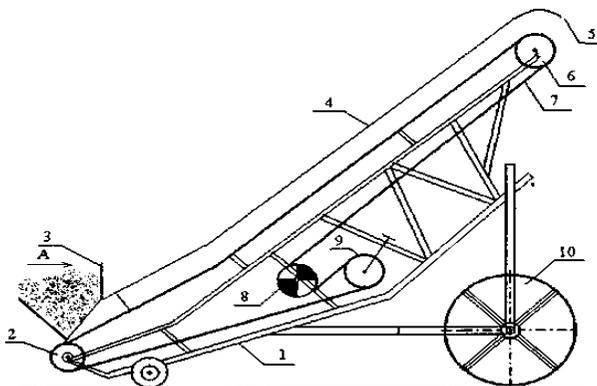


Рисунок 2. Схема ленточно-трубчатого транспортера: 1 -рама; 2, 6 - ведомые барабаны; 3 - выравнивающее устройство, направляющая труба; 4 - направляющая труба; 5 - оградительный кожух; 7 - транспортерная лента; 8 - ведущий барабан; 9 - натяжной барабан; 10 - опорные колеса

Скребокковые, планчатые и пластинчатые транспортеры получили широкое применение для перемещения сыпучих грузов.

Скребокковые транспортеры применяют для хорошо сыпучих грузов (початков, корнеплодов, плодов, зерна, муки, удобрений, угля и навоза). Они бывают самостоятельными и встроенными в специальные машины. Тяговым органом может быть цепь, лента и канаты.

Скребокковый транспортер работает по принципу волочения транспортерного груза по желобу (рисунок 3). Бесконечная цепная передача 3, приводимая в движение механизмом привода 1, содержит, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, скрепки 4, которые могут быть выполнены в виде пластин или ковшей. Движение бесконечной цепи со скрепками увлекает за собой продукт 7, находящийся на поверхности 5. Для стабилизации работы транспортера имеется опорная поверхность 6, предотвращающая вытягивание цепи вверх.

Недостатком скребоккового транспортера является измельчение и механическое повреждение груза, быстрый износ направляющего желоба.

В планчатых транспортерах тяговые органы снабжены планками, расставленными на одинаковом расстоянии, а в пла-

стинчатых - сплошным настилом из пластин. Эти транспортеры просты по конструкции, имеют возможность загрузки и выгрузки в любом месте на длине транспортера, а перемещение груза можно осуществлять в любом направлении.

Пластинчатые транспортеры (рисунок 4) состоят из набора металлических пластин двух типов - в виде круга 3 и в виде ограниченного с двух сторон полуокружностями элемента 2, насаженных на бесконечную цепь 1, приводимую в движение приводом 5. Сопряжение круга 3 и элемента 2 образует плоскость с возможностью их смещения относительно друг друга в горизонтальной плоскости на поворотах транспортера.

Преимуществом пластинчатых транспортеров перед ленточными является возможность подачи предметов по замкнутому контуру любой конфигурации.

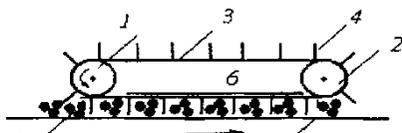


Рисунок 3 - Сжатия скребкового транспортера: 1- механизм привода цепной передачи; 2 — механизм натяжения цепной передачи; 3 - бесконечная цепная передача; 4 - скребок; 5 - опорная поверхность продукта; б - опорная поверхность цепной передачи; 7 - продукт

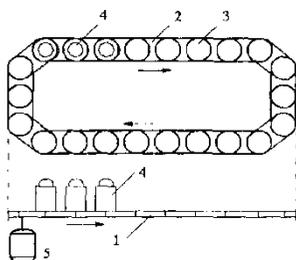


Рисунок 4 – Схема пластинчатого транспортера: 1 - приводная цепь с пластинами; 2 - пластина типа; 3 - пластина типа; 4 - перемещаемый предмет; 5 - привод

Роликовые транспортеры организуют и упорядочивают хаотичный поток продуктов округлой формы (плоды, картофель,

морковь и т.д.), что находит применение в механизированных и автоматизированных сортировочных устройствах.

В механизированных сортировочных устройствах транспортер подает поток плодов к оператору, причем по мере прохода перед ним последние вращаются, улучшая тем самым работу человека.

Принцип работы роликового транспортера показан на рисунке 5. К двум бесконечным цепям 1 через определенные расстояния прикреплены валы 2. На них насажены с возможностью свободного вращения фигурные ролики 3, опирающиеся на поверхность 4. Продукт помещается между соседними рядами роликов. Цепь 1 движется в направлении, указанном стрелкой. Фигурные ролики 3, опираясь на поверхность 4, за счет сил трения вращаются. Находящиеся на них продукты округлой формы 5 также вращаются, давая возможность, например, осматривать себя со всех сторон или омыwać водой. Ролики могут иметь разную конфигурацию, в зависимости от продукта, а также иметь принудительный привод.

Недостатком роликовых транспортеров является повышенная повреждаемость продукта во время транспортировки, особенно при закладке плодов на хранение, однако для консервного производства это не имеет значения. Роликовые транспортеры могут транспортировать продукт в горизонтальном и наклонном направлении.

Винтовые транспортеры (шнеки) применяются для перемещения сыпучих грузов в виде самостоятельных машин и встроенных в специальные машины. Шнеки используются в технологических операциях смешивания кормов, разбрасывания навоза, протравливания зерна и в мочных машинах корнеплодов, плодов и овощей. Эти транспортеры перемещают груз горизонтально, под углом и вертикально.

Метательные машины применяют при погрузке зерна, силоса, укрытия буртов, для разбрасывания навоза, минеральных удобрений.

Широкое применение метатели получили на зерноскладах и зернотоках. Достоинства метателей: малая энергоемкость, компактность конструкций, большая маневренность, возможность перемещения материала в любом направлении. При пере-

мещении зерна метателем можно снизить влажность и увеличить высоту бурта в хранилище. Основные рабочие органы метателей бывают ленточные, лопастные, дисковые, кольцевые и вентиляторные.

Метательные транспортеры работают по следующему принципу - груз поступает в загрузочный бункер, а затем, лентой ведущего барабана подается на ленту натяжного барабана. В результате груз перемещается под углом. При выходе груза с лент по инерции он продолжает двигаться, преодолевая тем самым определенное расстояние по воздуху.

Скорость груза для ленточных метателей $v=1,3... 18$ м/с, при этом дальность полета зерна 10...20 м.

Транспортирование груза *вибротранспортерами* совершается перемещениями или скачками по грузонесущему органу.

Такие конвейеры бывают: инерционные с постоянным или переменным давлением груза на дно желоба, без отрыва от дна желоба; вибрационные. Когда груз перемещается бросками с отрывом от дна желоба их применяют, как питатели в перерабатывающих отраслях, мельзаводах, на складах, элеваторах. Они способны перемещать сыпучие и штучные грузы, удобрения, картофель, корнеплоды, плоды, ягоды, мешки и ящики.

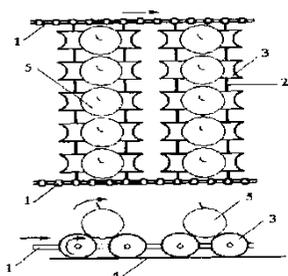


Рисунок 5- Схема роликового транспортера: 1 - бесконечная цепь; 2 - вал; 3 - фигурный ролик; 4 - опорная поверхность; 5 - плод

Применяемые вибрационные и инерционные транспортеры имеют производительность 5... 140 т/ч, длину транспортирования 2,5...50 м, размер желоба или трубы 0,15... 1,0 м, мощность привода 0,6... 14,0 кВт.

Принцип действия *пневматических транспортеров* основан на способности сыпучей продукции перемещаться совместно с потоком воздуха. Поток воздуха создается специальным вентилятором, который всасывает сыпучий продукт из емкости

(бурта, закрома и т. д.) в трубопровод и направляет его к месту выгрузки. Пневматические устройства получили широкое применение благодаря их преимуществам перед механическими. Они перемещают груз воздушным потоком по трубопроводам, чаще транспортируют груз в россыпи (зерно, солома, сено, силос, шерсть, хлопок, комбикорм, муку и т. п.). Пневмотранспортеры бывают самостоятельными и встроенными в технологические линии.

Пневматические транспортеры бывают трех видов - всасывающие, нагнетательные и комбинированные.

Принцип работы всасывающего транспортера показан на рисунке 6. В сыпучий материал 9 опущены сопла 1, присоединенными к гибким шлангам 2, которые соединены с трубопроводами 3. Из трубопровода воздух отсасывается вакуум-насосом (вентилятором) 8. Под напором наружного воздуха материал 9 поступает через сопла 1, шланг 2, трубопровод 3 в циклон (разгрузатель) 4 и через шлюзовой затвор 5 в сборный бункер 6. Освобожденный от материала воздух поступает в фильтр 7, а из него вакуум-насосом 8 удаляется в атмосферу.

Подобные транспортеры применяют для перемещения груза на небольшое расстояние. Их используют для разгрузки сыпучих грузов из вагонов, барж, кузовов автомобилей в склады. Нагнетательный транспортер работает по принципу захвата сыпучего груза из бункера струей воздуха от вентилятора и перемещения его по трубопроводу к месту складирования. Такие транспортеры используют для транспортирования груза на большие расстояния. Эти транспортеры бывают низкого давления - до 1,0 кПа, применяемые для транспортирования сена, соломы, половы; среднего давления - до 3 кПа и высокого давления - до 15 кПа - для перемещения зерна и других сыпучих грузов.

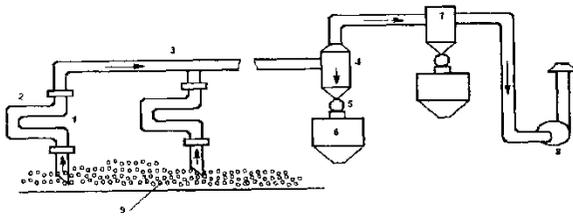


Рисунок 6 - Схема пневматической транспортной установки:
 1 - сопла; 2 - гибкий шланг; 3 - трубопровод; 4 - циклон; 5 - шлюзовой затвор; 6 - бункер; 7 - фильтр; 8 - вакуум насос; 9 - транспортируемый материал

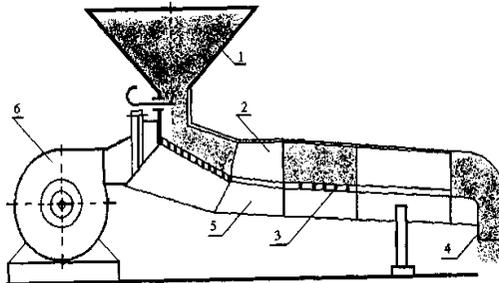


Рисунок 7 - Аэрожелоб:
 1 - загрузочное устройство; 2 - грузовой канал; 3 - перегородка;
 4 - разгрузочное окно; 5 - воздушный канал; 6 - вентилятор

Комбинированный транспортер использует принцип нагнетания и всасывания. Чаще всего он применяется для перегрузочных работ, например из транспортных средств в силосные башни элеваторов. Поток воздуха, создаваемый вентилятором, всасывает соплом зерно по гибкому трубопроводу. Далее воздух с грузом нагнетается в трубопровод и транспортируется по нему к месту складирования.

Достоинства пневматического транспортера - способность работать при любых трассах транспортирования, малая металлоемкость, простота конструкции, мягкая, без толчков, с малыми потерями работа, создание приемлемых гигиенических условий в производственных помещениях, охлаждение и проветривание груза.

Недостатки пневматического транспортера - повышенное потребление энергии (в 5...6 раз больше, чем у механического), повышенный износ соприкасающихся с грузом рабочих частей.

Конвейер, работа которого основана на аэрировании груза, приводящем его в «псевдооживленное» состояние, называется *аэрожелобом*. Он состоит из двух каналов 2 и 5 (рисунок 7), разделенных пористой перегородкой 3, изготовленной из керамики или бельтинга (восьмислойной хлопчатобумажной лентой). Транспортируемый материал через загрузочное устройство 1 поступает самотеком в верхний канал 2.

Воздух, нагнетаемый вентилятором 6, подается в нижний канал 5, проходит через пористую перегородку 3, а груз отводится через окно на грузовом канале 2, которое можно располагать в любом месте по длине транспортирования, доходящей до 40 м. В процессе движения воздуха через груз внутреннее трение снижается и груз приобретает свойства жидкости. Таким образом, псевдооживление - это промежуточное состояние между неподвижным слоем материала и уносом его частиц воздушным потоком, т. е. началом процесса пневматического транспортирования. Выход груза осуществляется через разгрузочное окно 4.

Аэрированный груз под действием сил тяжести способен течь в аэрожелобе с уклоном $\alpha=34^\circ$. Этот вид транспортеров применяют для порошкообразных грузов (муки, порошков и др.).

Достоинства аэрожелобов - простота конструкции и малая металлоемкость, небольшая энергоемкость, высокая производительность, соблюдение гигиены и исключение потерь груза. Недостатки аэрожелобов - невозможно транспортировать груз с подъемом и зависимость его работы от степени сухости воздуха.

Перемещение штучных и сыпучих грузов под действием силы тяжести осуществляется с помощью *самотечных транспортеров*. Для этого используют спускные устройства, скаты, роликовые и винтовые спуски, а для сыпучих грузов - лотки, желоба и трубы.

В *винтовых спускных* устройствах перемещение груза осуществляется по винтовой поверхности за счет силы притяжения, центробежной силы и сил трения.

Роликовые спуски представляют собой поверхность из роликов, свободно вращающихся вокруг своей оси. Поверхность такого транспортера наклонена к горизонту под углом, что позволяет материалу передвигаться под действием собственного веса.

Лотковый спуск представляет собой пассивный направляющий элемент в виде желоба, трубы (рисунок 8). Движение материала по лотку называется связным, если его движение происходит без внутреннего перемещения частиц относительно друг друга. При смещении частиц возникают силы внутреннего трения. Такое движение называется несвязным.

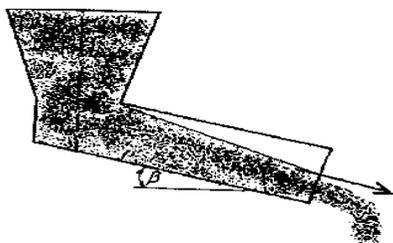


Рисунок 8- Схема работы лоткового спуска

Угол наклона самотечных труб и лотков назначают большим, чем угол внутреннего трения транспортируемого груза: для зерна $=21..21^\circ$, при повышенной влажности 45° ; для муки, жмыха и отрубей $=32..48^\circ$; для картофеля, корнеплодов и плодов $=36..43^\circ$.

Потоки грузов в самотечных устройствах разделяют на активные — ускоряющие и самотормозящие - замедляющие движение.

1.2 Нории

Для перемещения кускового, штучного, сыпучего, связного и других материалов по вертикали применяют нории - цепочные или ленточные элеваторы.

По конструкции рабочего органа они разделяются на ковшовые, люлечные, полочные, с карманами и т. д.

Ковшовые рабочие органы жестко крепятся к несущим цепям. В момент изменения направления движения, например, после движения вверх и начала движения вниз, они опрокидываются и выгружают находящийся в них материал. Ковшовый элеватор с центробежной разгрузкой имеет ковши, жестко скрепленные с осями тяговых органов (цепи). Приводная звездочка перемещает ковши вверх, загрузка которых осуществляется внизу (показано стрелкой). При достижении наивысшей точки ков-

ши опрокидываются с большой скоростью. Под действием центробежной силы продукт, находящийся в ковше, высыпается из него и направляется по трубопроводу к месту складирования. Ковшовый элеватор с гравитационной разгрузкой имеет элеваторы и ковши, жестко скрепленные с тяговым органом (цепи, полотно), что позволяет опрокидывать ковши с более низкой скоростью, а материал, находящийся в ковше, покидает его под действием собственного веса.

Ковшовый элеватор с полками на тяговом органе (цепи, полотно) имеет полки, на которые внизу загружают штучный материал, а выгружают вверх. Конструкция подобного элеватора позволяет с помощью специальных приспособлений осуществлять полную механизацию загрузки и выгрузки материала.

Люлочные рабочие органы подвешиваются на несущих тяговых органах свободно, поэтому при изменении направления движения они не опрокидываются. Загрузка и выгрузка материала выполняется с помощью дополнительных устройств или ручную.

Привод норий осуществляется специальной звездочкой, а натяжение тягового органа - натяжной звездочкой.

Для транспортирования корнеплодов, навоза, силоса и других подобных грузов рекомендуются элеваторы с *цепным тяговым органом*.

Ковшовые элеваторы применяются на элеваторах и мельницах для транспортирования зерна, муки и комбикормов.

1.3 Погрузчики

Для закладки на хранение, внутрискладского перемещения и подготовки грузов к отправке, хранилища должны быть оснащены грузоподъемными и транспортными средствами. Для подъема, перемещения и опускания грузов наиболее широко применяют лифты, наклонные подъемники, лебедки, тали, консольные и мостовые краны, авто- и электропогрузчики.

Для грузовой обработки пакетов, уложенных на поддон, или контейнеров внутри плодоовощного склада или холодильника используют автопогрузчики, электропогрузчики и навесные погрузчики периодического действия.

Автопогрузчики - это самоходные подъемно-транспортные машины, предназначенные для погрузки, выгрузки и перемещения на небольшие расстояния различных грузов. Плоды, овощи и картофель транспортируют в ящиках, установленных на поддоны, или в контейнерах. Погрузчик производит захват груза, подъем на требуемую высоту, укладку в штабель и разгрузку его.

Проводить работы автопогрузчиком внутри помещения нельзя, особенно в холодильниках, так как выхлопные газы ядовиты для человека и нарушают режим хранения плодов и овощей.

Автопогрузчик на пневматическом ходу состоит из готовых узлов серийно выпускаемых грузовых автомобилей: кабины, шасси, карбюраторного двигателя, ходовой части, ведущего переднего моста, рулевого управления, электрооборудования, грузоподъемного механизма с телескопической рамой и гидросистемы.

Автопогрузчик может комплектоваться вилочным захватом, удлинителем вилочного захвата, сталквателем груза, зажимом для круглых грузов, вилочным захватом с верхним прижимом, поворотной кареткой, стрелой с крюком. Такие автопогрузчики выпускаются промышленностью грузоподъемностью 1,5...5,0 тонн.

Электропогрузчики предназначены для погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в помещениях и на открытых площадках с твердым и ровным дорожным покрытием.

Электропогрузчик представляет собой четырехколесную самоходную машину с литыми шинами и состоит из рамы-шасси, переднего (ведущего) и заднего мостов, грузоподъемного механизма с телескопической рамой и кареткой, гидравлического привода, электрооборудования, рулевого управления и тормозной системы.

На шасси 2 электропогрузчика (рисунок 1.) установлена энергоустановка, содержащая аккумуляторные батареи и два двигателя постоянного тока: один для привода колес шасси (напольного перемещения электропогрузчика), а другой для привода гидронасоса для подъема груза. Управление электропо-

грузчиком - скоростью перемещения, подъемом и опусканием груза, осуществляется с пульта водителя.

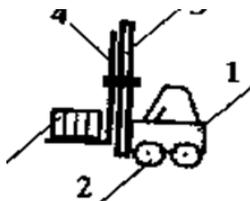


Рисунок 1. -

Схема электропогрузчика:

- 1 - энергоустановка; 2 шасси;
- 3 - гидropодъемник;
- 4 - грузоподъемная колонка;
- 5 - груз

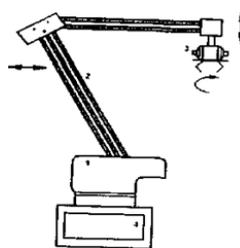


Рисунок 2. -

- Схема манипулятора: 1 - силовой привод; 2 рычажный механизм; 3 - грузовой блок; 4 - кронштейн

Управление направлением перемещения осуществляется рулевой колонкой, аналогичной автомобильной. Благодаря применению двигателей постоянного тока имеется возможность плавного регулирования скорости перемещения электропогрузчика. Скорость перемещения - до 7 км/час. Высота подъема груза (вертикального перемещения колонки 4) у современных погрузчиков - до 4.5 м, грузоподъемность - до 2 т.

Электропогрузчики наиболее целесообразно использовать на расстояние перевозки до 100 м, причем, если скорость перемещения увеличивается до 13 км/ч, то расстояние перевозки увеличивается до 175 м. Электропогрузчики следует применять, если они используются и для перемещения грузов и для их складирования.

Электротабелеры в отличие от электропогрузчиков имеют дополнительный механизм продольного движения грузоподъемника, а электротабелер ЭШПВ-1,0 также и механизм поворота грузоподъемника вправо и влево на 90°.

Манипуляторы. В качестве подъемно-транспортного средства может быть использован электромеханический манипулятор МП-100 (рисунок 2).

Манипулятор состоит из силового привода 1, укрепленного на кронштейне 4, рычажного механизма 2 и грузового блока 3. Рычажный механизм и силовой блок могут поворачиваться на

360°. На грузовом блоке могут монтироваться сменные захватные устройства. Грузоподъемность манипулятора 100 кг, максимальное горизонтальное и вертикальное перемещение груза -1500 мм, максимальная скорость вертикального перемещения - 200 мм/с. Манипулятор с помощью кронштейна 4 устанавливается на вертикальную стойку, например опору или стеллажа склада.

Навесные погрузчики получили широкое распространение в сельскохозяйственном производстве, они состоят из погрузочного оборудования, навешиваемого на трактор, самоходное шасси, автомобиль.

В качестве грузозахватного органа применяют ковши, штабельные решетки, клещи и т.д. Грузозахватный орган навешивается на подъемник, который осуществляет манипуляции с последним: подъем, опускание, поворот.

Погрузочное оборудование навешивается на тракторы ВТЗ, МТЗ и ЮМЗ. Универсальные погрузчики ГТГ-0,2; ПГХ-0,5; ПЭ-0,8Б навешиваются на тракторы, их грузоподъемность 200...800 кг, производительность 20...100 т/ч. Такие погрузчики способны работать на жидких, сыпучих и связных грузах. Привод рабочих органов (поворот стрелы, захват груза грейфером или ковшом) производится от гидросистемы трактора (рисунок 3).

Основной показатель эффективности погрузчика - производительность. Она зависит от многих технико-экономических и эксплуатационных факторов: физико-механических свойств груза, условий работы, работоспособности и надежности машины.

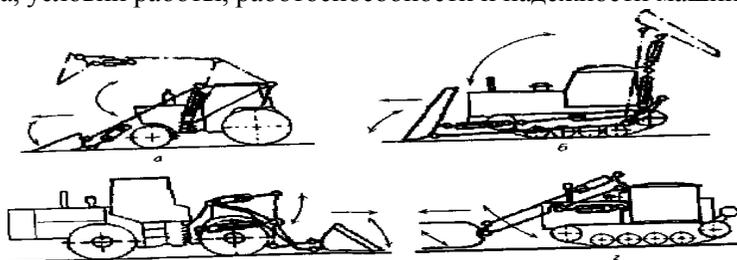


Рисунок 3 — Схемы погрузчиков периодического действия: а - фронтальный на колесном тракторе; б - фронтальный перекидной на гусеничном тракторе; в - фронтальный с задней навеской на колесном тракторе; г — фронтальный на гусеничном тракторе с клещевым захватом

Контрольные вопросы:

Как классифицируются транспортеры? При каких уклонах применяются ленточные транспортеры с гладкой лентой? При каких уклонах применяются ленточные транспортеры с рифленой лентой? При каких уклонах применяются специальные ленточные транспортеры? Каким требованиям должны отвечать транспортные ленты? Для каких продуктов применяются скребковые, планчатые и пластинчатые транспортеры? По какому принципу работает скребковый транспортер? Для каких продуктов применяются винтовые транспортеры?

Практическое занятие №2

Тема: Устройство и оборудование зерноскладов и зернохранилищ.

Цель работы: Изучить устройство и оборудование зерноскладов и зернохранилищ.

2.1. Зерносклады

Зерно хранится в складах и элеваторах.

Зерносклады - это сооружения с горизонтальными или наклонными полами, предназначенные для хранения зерна насыпью по всей площади склада. Зерновые склады классифицируют в зависимости от способа размещения зерна, степени механизации погрузочно-разгрузочных работ, срока хранения зерна и вида строительного материала. Одно из основных требований, предъявляемых к зерноскладам - это экономичность, как при строительстве, так и при эксплуатации. Наиболее распространенная форма - прямоугольник.

Современные зерносклады характеризуются использованием следующих технологических приемов:

- механизацией транспортных и погрузочно-разгрузочных работ;
- контролем температуры и влажности зерна,
- регулированием температуры и влажности хранимого зерна путем вентилирования воздухом;
- дополнительной обработкой зерна перед и в процессе хранения с целью поддержания его качества (очистка, сушка,

охлаждение, дезинсекция и т.п.).

Требования, предъявляемые к зерноскладам. Необходимые качества зерна при длительном хранении могут быть обеспечены только в правильно устроенных зерноскладах, требования к которым обусловлены наиболее важными свойствами зерна.

Зерносклады любого типа обычно строят неотапливаемыми, без чердачных перекрытий. В них максимально должны быть устранены причины, вызывающие болезни зерна: они должны быть сухими, чистыми, хорошо вентилироваться, недоступными для грызунов, птиц, насекомых и других вредителей зерна и тщательно защищены от проникания в них атмосферных осадков, поверхностной и грунтовой влаги.

Внутренняя планировка зерноскладов, конструкция, форма и размеры емкостей для хранения зерна (закромов, бункеров, отсеков или силосов), их размещение в хранилищах должны обеспечивать свободный подход к зерну для наблюдения за его состоянием и возможность внутрискладской обработки зерна во время хранения. В зерноскладах должны быть обеспечены действия для очистки, осмотра и дезинсекции отдельных частей здания, внутреннего оборудования и здания в целом. Внутренняя поверхность стен зерноскладов должна быть без щелей и трещин, в которых могли бы гнездиться амбарные вредители.

Необходимо, чтобы полезный объем зерносклада максимально использовался для загрузки зерном и стоимость здания на 1 т хранимого зерна была бы наименьшей.

Виды зерноскладов. В зависимости от способов хранения зерна зерносклады, сооружаемые в сельскохозяйственных предприятиях и хлебоприемных пунктах, подразделяются на следующие типы:

-закромные, где зерно хранят в отдельных емкостях - закромах (отсеках);

-напольные, где зерно хранят насыпью на горизонтальном или наклонном полу, а семенное зерно - в таре на горизонтальном полу;

-комбинированные, в которых зерно хранится насыпью на полу и в отдельных емкостях - бункерах или закромах;

-бункерные, в которых зерно хранится в отдельных бункерах.

Типовые проекты зерноскладов разрабатывают на различную вместимость. Зерносклады, строящиеся в хозяйствах, просты по своей конструкции, для их строительства широко используют местные материалы.

На хлебоприемных пунктах, где сосредоточивается большое количество зерна, и на предприятиях, связанных с переработкой зерна (мельницы, комбикормовые заводы и др.), строят зерновые склады большой вместимости из сборных конструкций.

Транспортные системы зерноскладов. Транспортные системы зерноскладов служат для загрузки и выгрузки продукции. Транспортные операции в немеханизированных складах выполняются с помощью средств передвижной механизации. В механизированных складах применяют стационарные транспортные механизмы.

Загрузка хранилища. Каждый отсек зерносклада заполняют с помощью ленточного конвейера, расположенного сверху вдоль хранилища. Разгрузочная тележка перемещается вдоль конвейера и ссыпает с него зерно вниз в заданном месте хранилища. Для выравнивания уровня зерна по площади хранилища имеется скребковый транспортер-разравниватель, расположенный поперек и перемещающийся вдоль хранилища. Скребковый транспортер выравнивает уровень зерновой массы по всей площади хранилища и по мере повышения уровня зерна он поднимается.

Выгрузка хранилища. Выгрузка осуществляется в два этапа. На первом этапе путем самотека, на сколько позволяет угол естественного откоса, зерно поступает на выгрузной ленточный конвейер, который перемещает его за пределы хранилища. На втором этапе включают скребковый транспортер, который подает зерно из дальних участков хранилища к ленточному конвейеру. Остатки зерна с пола удаляют вручную или с помощью передвижного транспортера.

Пример устройства зернохранилища с вентиляцией и механизированной выгрузкой приведен на рисунке 1. В данном зернохранилище вентиляционная система используется не только для охлаждения зерновой массы, но и для ускорения выгрузки. Она состоит из вентилятора 5 и вентиляционных каналов 6, расположенных вдоль хранилища (поперек транспортной галереи 3). В транспортной галерее 3 расположены ленточный конвейер 4 для

вывода зерна из хранилища и воздухопровод, подводящий воздух от вентилятора 5 к вентиляционным каналам 6. Вентиляционные каналы имеют трапецеидальную форму переменного сечения и отверстия 7. Переменное сечение канала необходимо для выравнивания скорости воздуха вдоль канала.

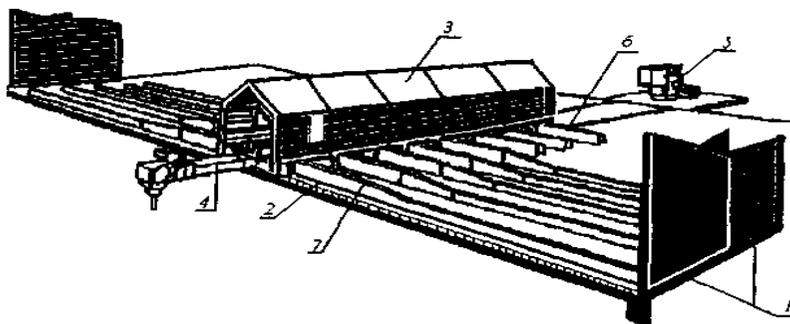


Рисунок 1 - Общий вид зернохранилища: 1 - стены; 2 - пол; 3 транспортная галерея; 4 - ленточный конвейер; 5 - вентилятор; 6 вентиляционные каналы; 7 - отверстия вентиляционного канала.

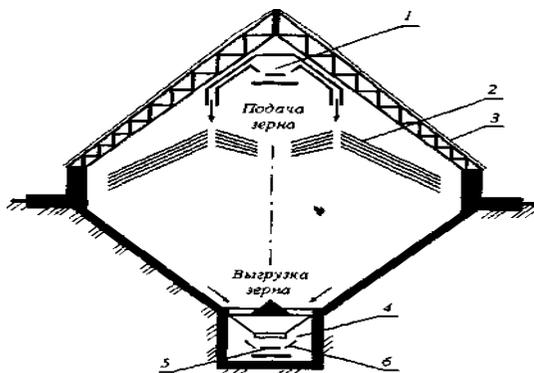


Рисунок 2 - Хранилище с наклонными полами:

1 - загрузочный ленточный конвейер с передвижной тележкой; 2 - поверхность насыпи; 3 - крыша; 4 - канал; 5 - выгрузной ленточный конвейер; б - заслонки для выпуска зерна

В процессе хранения воздух вентилятором 5 подается по каналам 6 через отверстия 7 к массе зерна, осуществляя тем самым его охлаждение и вентилирование.

При выгрузке зерна на первом этапе зерно поступает самотеком насколько позволяет угол естественного откоса на ленточный конвейер 4 и выводится за пределы хранилища. На втором этапе, когда зерно самотеком перестает поступать на конвейер 4, включают вентилятор 5, который подает воздух по каналам 6 в массу зерна, вызывая его псевдооживление и перемещение к конвейеру 4.

С целью упрощения и удешевления выгрузки в зерноскладах хранилищах применяют наклонные полы (рисунку 2). Загрузка хранилища осуществляется обычным способом - с помощью верхнего конвейера 1. Выгрузка осуществляется нижним конвейером 5, зерно на который поступает через заслонки 6. Канал 4 дополнительно может использоваться и для прокладки вентиляционных воздуховодов. Достоинством хранилищ с наклонными полами является удобство выгрузки зерна, а в качестве недостатка можно отметить необходимость заглубления хранилища и связанные с этим затраты на дополнительное оборудование по подъему зерна.

Хранилище предназначено для районов с обычными геологическими условиями. В хранилище должно подаваться зерно, прошедшее послеуборочную обработку, очищенное от примесей и высушенное до кондиционной влажности. Загрузка зерна в хранилище осуществляется с помощью зернового метателя ЗМ-30 из-под навесов 4. Секция 1 напольного хранения зерна оборудована системой активного вентилирования, позволяющей сохранить зерно, не допуская его самосогревания.

Для механизации загрузки, разгрузки, перемещения и подработки зерна в зерноскладах применяют следующие стационарные и передвижные механизмы:

- ленточные норрии (называемые также элеваторами или самотасками) для вертикального подъема зерна;
- ленточные стационарные конвейеры для перемещения зерна в горизонтальном направлении или под углом;
- передвижные конвейеры для погрузочно-разгрузочных операций, применяемые преимущественно при напольном хранении зерна;
- самоподаватели для загрузки конвейеров при напольной насыпи зерна;

- винтовые конвейеры, или шнеки для транспортирования зерна на близкие расстояния;
- самотечные зернопроводы для перемещения зерна сверху вниз под действием силы тяжести;
- зерноочистительные машины и сепараторы, предназначенные для очистки зерна от органических и неорганических посторонних примесей.

2.2. Закромные и напольные зерносклады из местных материалов

Закромные зерносклады наиболее удобны для отдельного хранения относительно небольших партий зерна различного качества и назначения. Эти хранилища в первую очередь пригодны для сортового и семенного зерна, которое должно храниться невысоким слоем по сортам и категориям в условиях, исключающих возможность смешивания рядом лежащего зерна.

Напольные зерновые склады в сельскохозяйственных предприятиях и хлебоприемных пунктах используются главным образом для хранения больших партий товарного зерна.

Закромные и напольные зерносклады строят преимущественно в виде прямоугольных в плане зданий.

Для образования закров зерносклад внутри разгораживают перегородками из чистых досок на отделения, которые и являются простейшими закромами. Все закрома устраивают одинаковой вместимости, так как это позволяет унифицировать размеры элементов и деталей для их изготовления. В случае необходимости вместимость каждого закрома может быть уменьшена или увеличена путем установки дополнительных перегородок или снятием их.

Вместимость отдельных закров для хранения семенного зерна принимают не более 25 т при предельно допустимой высоте загрузки зерна в них 3 м. Вместимость закров для хранения продовольственного и фуражного зерна не ограничивается.

Закрома располагают группами в 2...4 ряда с образованием между ними продольных проходов, предназначенных для загрузки и разгрузки зерна, а также поперечных проходов с непосредственными выходами наружу. Ширину продольных проходов принимают в зависимости от габаритов механизмов, предна-

значенных для перемещения и обработки зерна, но не менее 2 м. Ширина поперечных проходов - 1,5 м и расстояния между ними не более 18 м.

В зерноскладах для продовольственного и фуражного зерна крайние продольные ряды закровов размещают у наружных стен, которые могут служить и стенами закровов. В хранилищах для семенного зерна закрома располагают на расстоянии от наружных стен, равном не менее 0,5 м, чтобы предохранить семенное зерно от увлажнения конденсатом.

Для хранения определенного количества семенного затаренного зерна в зерноскладах предусматривают площадки, на которых зерно хранят в мешках штабелями высотой по 6...8 рядов; ширина проходов между штабелями: основных (разгрузочных) продольных 2 м, поперечных 1,5 м и вспомогательных (для осмотра) 0,7 м.

В необходимых случаях в зависимости от местных условий, режима и срока хранения зерна, климатических условий района строительства и применяемых средств механизации к зерноскладам для семенного зерна пристраивают навесы для воздушной сушки и проветривания зерна или открытые площадки для воздушно-солнечной сушки и теплового обогрева семян. Предусматривают также изолированное помещение для хранения тары и инвентаря.

В напольных зерноскладах зерно засыпают на пол. Высота насыпи зависит от состояния зерна и обычно не превышает у стен 2,5 м, а посередине зерносклада 5 м. Разработаны типовые проекты зерноскладов из местных материалов с увеличенной высотой насыпи - у стен 4,5 м, а посередине 7 м. Расстояние от верха насыпи зерна до низа несущих конструкций покрытия принимают равным 500 мм, угол наклона насыпи зерна - 25° , а угол наклона крыши - $26^\circ 30'$.

Если требуется раздельное хранение небольших партий зерна разных культур и видов, площадь зерносклада перегораживают передвижными щитами высотой 2,5 м на закрома - отсеки любой вместимости.

Закромные и напольные зерносклады рассчитываются на эксплуатацию их с применением передвижных машин (передвижных транспортеров, самоподавателей и т. п.) или средств

стационарной механизации. В первом случае принимают и отпускают зерно через распашные ворота, которые устраивают по продольным сторонам зерносклада через каждые 18 м. В зерноскладах, где загружают и выгружают зерно при помощи стационарных механизмов, предусматривают двое ворот R разных концах зерносклада.

Все ограждения зерносклада - стены, покрытия, а также и полы должны быть выполнены очень тщательно, чтобы в здание не проникали атмосферные осадки, почвенная и поверхностная влага.

Стены зерноскладов предпочтительно делать каменными массивными, так как в таких зданиях легче предохранить зерно от заражения вредителями.

Наружные каменные стены напольных и закроменных зерновых складов, если они одновременно служат стенами закромов и воспринимают горизонтальное давление зерна, делают ступенчатой конструкции с увеличением толщины к низу. При этом предусматривается надежная связь между конструкциями крыши (мауэрлат, стропильные ноги) и стенами в результате установки металлических анкеров и хомутов.

Кирпичные стены ступенчатой конструкции с контрфорсами делают на растворе марки 10 в верхней части толщиной в 1 кирпич (250 мм), в средней части - в полтора кирпича (380 мм), в нижней, где горизонтальное давление зерна больше, в 2 кирпича (520 мм). С внутренней стороны швы кирпичных стен расширяют, а затем стены белят известью. Контрфорсы выкладывают одновременно со стенами из того же материала, что и стены. Стены зерноскладов могут быть выполнены также из других каменных материалов шлакобетонных и бетонных камней марки М 50, ракушечника марки 25, бутового камня марки 200. Стены из шлакобетонных камней и ракушечника оштукатуривают с двух сторон известковым раствором и белят известью.

Для предохранения каменных стен зерноскладов от капиллярного поднятия влаги гидроизоляцию устраивают из цементного раствора состава 1:2, толщиной 20 мм.

Стены закромов делают каркасной сборно-разборной конструкции из досок толщиной 40...50 мм. Соединяют их треугольным шпунтом и забирают в пазы стоек или в пазы, образо-

ванные брусками- 50x50 мм, прибитыми к стойкам. Чтобы зерно не протекало из одного закрома в другой, доски необходимо плотно пригонять.

Для большей герметичности закрома целесообразнее крепить доски стенок к стойкам прижимными рейками и болтами.

Внутренний каркас зерноскладов состоит из двух рядов стоек, связанных в продольном направлении подстропильными прогонами или схватками из двух пластин, врубаемых в стойки с двух сторон. Стойки связаны с наклонными стропилами горизонтальными ригелями. Такие связи обеспечивают жесткость деревянного каркаса и устойчивость стоек, которые используют для крепления к ним стенок закровов и помимо вертикальных нагрузок воспринимают также горизонтальное давление зерна.

В зерноскладах для напольного хранения зерна расстояния между стойками внутреннего каркаса в продольном направлении принимают равными 6,2 м, что позволяет использовать для прогонов стандартный лес длиной 6,5 м. В поперечном направлении зерносклад делится на три пролета: два крайних по 4,5 м и средний 11 м. При таком размещении пролетов в зерноскладе обеспечивается возможность маневренности для передвижных средств механизации и устройства рациональной системы стропил.

Несущей конструкцией холодного покрытия над средним пролетом зерносклада являются деревянные треугольные фермы с двумя стальными подвесками (стойками). По длине здания фермы размещают только над внутренними стойками, т. е. через 6,2 м. В узлах ферм укладывают продольные прогоны, которые вместе с обвязками наружных стен служат опорами для стропил. Коньковые прогоны выполняют как многопролетные неразрезные балки, составленные из пластин, со стыками вразбежку в местах нулевых изгибающих моментов. Такая конструкция прогонов позволяет делать их наиболее экономичными с минимальным расходом леса. Сопряжение отдельных элементов деревянного каркаса между собой осуществляется при помощи врубок, болтов и скоб.

Все деревянные конструкции зерноскладов изготавливают на месте строительства или собирают из стандартных деталей, поставляемых заводами. Стойки, стропила, опалубка и другие

деревянные части зерноскладов должны быть чисто оструганы и в целях дезинсекции пробелены известью; известковая побелка к тому же заполняет мелкие щели в дереве, в которых могут расселяться вредители зерна.

Полы в зерноскладах должны иметь низкую теплопроводность, исключаящую возможность образования на их поверхности конденсата, и должны быть защищены от проникания через них в зерновую массу грунтовой капиллярной влаги. Кроме того, полы в зерноскладах должны допускать возможность передвижения по ним применяемых передвижных механизмов, служащих для перемещения и обработки зерна, и удобства подбора зерна с их поверхности. Наиболее полно этим требованиям отвечают асфальтобетонные полы без применения дегтей и дегтевых мастик.

При глубоком уровне стояния грунтовых вод и достаточно плотных грунтах можно устраивать наклонный пол либо по всей площади зерносклада, либо только в его средней части. Тогда обеспечивается полный или частичный самотек зерна в тоннель на конвейер, которым зерно выгружается из зерносклада.

Если зерно хранят в таре, под штабелями укладывают сплошные дощатые щиты. Полы в навесах для воздушной сушки и проветривания зерна, а также на открытых площадках для воздушно-солнечной сушки и теплового обогрева семян устраивают асфальтовые или грунтобетонные.

Кровли из асбестоцементных волнистых листов среднего и обыкновенного профиля делают по сплошному дощатому настилу с прокладкой слоя рулонного кровельного материала, уложенного насухо с проклейкой стыков мастикой во избежание задувания снега и пыли.

Для защиты стен зерносклада от увлажнения атмосферными осадками кровли должны иметь свесы не менее 700 мм. Под свесом крыши независимо от материала кровли устраивают плотно примыкающий к ней и к стенам карниз для защиты хранилища от птиц.

Зерносклады рекомендуется проектировать без окон. Естественное освещение во время работы в складах обеспечивается через открытые ворота. В случае необходимости устройства в зерноскладах оконных проемов их заполняют пустотелыми

стеклоблоками или армированным стеклом. При обычном остеклении оконные проемы изнутри защищают мелкоячеистой проволочной сеткой или делают ставни, чтобы битое стекло не попало в зерно. Окна размещают во фронтонах и частично в верхней части продольных стен, свободной от зерновой насыпи.

В зерноскладах с наклонными полами с полной выгрузкой зерна самотеком, а также в зерноскладах, оборудованных аэрожелобами, предусматривают двое ворот, располагаемых в концах здания. Для сквозного проветривания в зерноскладах, предназначенных для хранения семян, устраивают двойные ворота. Наружные ворота, открывающиеся наружу, сплошные с одинарной обшивкой, а внутренние, открывающиеся внутрь или наружу хранилища, - сетчатые из металлической сетки с ячейками не более 12*2 мм. При проветривании наружные ворота оставляют открытыми, а сетчатые закрывают. Вместо внутренних ворот иногда устраивают деревянные съемные щиты, обшитые металлической сеткой. В зерноскладах, оборудованных системой вентиляции зерна, внутренние ворота или сетчатые щиты не обязательны. В зависимости от габаритов механизмов, предназначенных для перемещения и внутрискладской обработки зерна, размеры ворот принимают: шириной 1,5; 2; 2,5 и 3 м и высотой 2, 4 и 3 м.

Ленточные стационарные конвейеры для загрузки и выгрузки зерна из зерносклада устанавливают на верхней проходной конвейерной галерее и в проходном тоннеле.

В механизированных складах верхнюю проходную галерею в виде дощатого настила по деревянным балкам подвешивают к несущим конструкциям покрытия или устраивают по нижним поясам ферм. Она должна иметь не менее двух выходов (в начале и в конце галереи) и ограждение перилами высотой не менее 1 м. Проходной конвейерный тоннель делают с кирпичными стенами и бетонным полом. Получили распространение тоннели прямоугольного очертания из сборных железобетонных плит, а также круглого очертания из железобетонных колец. Тоннели обеспечивают аспирацией. Они должны иметь не менее двух выходов. При длине тоннеля 120 м предусматривают промежуточные выходы не реже чем через 100 м в виде каналов высотой 1,5 м и шириной 0,7 м, заканчивающихся вне здания зер-

носклада колодцем с люком, оборудованным металлической лестницей или скобами для выхода.

Ширина прохода галерей и тоннелей должна быть 0,7 м. Высоту проходных галерей и тоннеля от уровня пола до низа выступающих конструкций покрытия принимают не менее 1,9 м. Получили признание также непроходные тоннели, рассчитанные только на установку конвейера. Управление задвижками выпускных отверстий в этом случае выносят на верхнюю галерею.

Установки для активной вентиляции зерна в складах. Для понижения температуры и влажности зерна, хранимого в складах, применяют активную вентиляцию. Установка для активного вентилирования зерна в напольных складах состоит из передвижного центробежного вентилятора, магистральных воздухопроводящих каналов, расположенных в полу склада, и воздухо-распределительных решеток.

Центробежный шестилопастный вентилятор устанавливают за пределами склада вместе с электродвигателем на двухколесной тележке и через приемную трубу и переходные патрубки соединяют с магистральным каналом. Стенки магистральных каналов из красного кирпича толщиной 120 мм у поверхности пола окаймлены досками сечением 40*160 мм.

Для сохранения одинакового напора воздуха в различных частях каналов их глубину уменьшают с 500 до 50 мм по мере удаления канала от вентиляционного агрегата. Магистральные каналы перекрывают деревянными щитами и воздухо-распределительными решетками, сделанными таким образом, что исключается попадание зерна в каналы. Каждая воздухо-распределительная решетка состоит из пяти полуканалов, сделанных из досок размером 30x150 мм, в нижней части которых прибиты рейки с узкими прорезями для выхода воздуха.

Нагнетаемый вентилятором наружный воздух проходит магистральным каналом, поступает под распределительные деревянные решетки и далее, через узкие прорези в рейках решеток, вводится в слой зерна, расположенный над решетками, охлаждая и подсушивая его. По мере надобности вентиляционный агрегат, установленный на тележке, перемещают к следующему магистральному каналу.

Контрольные вопросы:

Как классифицируют зерновые склады? Для чего зерносклады связывают верхними и нижними конвейерами? Какие технологические приемы используют в современных зерноскладах? Какие требования предъявляют к зерноскладам? На какие типы, в зависимости от способов хранения зерна, подразделяются зерносклады, сооружаемые в сельскохозяйственных предприятиях и хлебоприемных пунктах? Для чего служат транспортные системы зерноскладов? Как осуществляется загрузка хранилища? Как осуществляется выгрузка хранилища? Для каких целей применяются вентиляционные установки? Какое оборудование применяется для механизации загрузки, разгрузки, перемещения и подработки зерна в зерноскладах? Каковы особенности закромого и напольного хранения зерна? Какова максимальная высота насыпи зерна при напольном хранении? Где устанавливают ленточные стационарные конвейеры для загрузки и выгрузки зерна из зерносклада? Каковы особенности в конструкции наружных стен зерноскладов? Какие материалы применяют при строительстве зерноскладов?

Практическое занятие №3

3.1 Элеваторы

Тема: Устройство и оборудование элеваторов для хранения зерна и зернопродуктов.

Цель работы: Изучить устройство и оборудование элеваторов для хранения зерна и зернопродуктов.

Сооружение для механизированного хранения зерна и выполнения с ним необходимых операций называется *элеватором*.

Элеваторы большей предназначены главным образом для хранения сухого товарного зерна с установленной влажностью не более 14...15%. Зерно в элеваторах хранят в силосах, расположенных друг возле друга. Все трудоемкие процессы в элеваторах - прием зерна, его взвешивание, загрузка и выгрузка, внутреннее транспортирование, очистка, сортировка и т. п. - полностью механизированы и автоматизированы.

Современный элеватор включает комплекс сооружений, связанных общими производственными процессами, из которых основные - приемка, взвешивание, хранение, отпуск зерна, а специальные — очистка, сушка и сортировка зерна.

Здания и сооружения элеватора по функциональным признакам можно разделить на: *производственные*, предназначенные для приемки, хранения, подработки и отпуска зерна и зерновой продукции; *вспомогательные*, обслуживающие производство, и *непроизводственные*.

К основным производственным зданиям и сооружениям элеваторов относятся: рабочее здание (башня); силосные корпуса с конвейерными галереями; приемные и отпускные устройства; сооружения для сушки зерна.

В рабочем здании элеватора размещают машины и механизмы для подъема зерна (нории), взвешивания, очистки, а также механизмы для перемещения и распределения зерна. Рабочее здание является основным в комплексе элеватора, вокруг которого группируются и с которым связывают все остальные производственные его сооружения.

Силосный корпус - это собственно зернохранилище, которое состоит из разного числа силосов.

Приемные и отпускные устройства - это сооружения для разгрузки зерна с железнодорожного, автомобильного и водного транспорта и погрузки зерна на средства этих видов транспорта

В состав элеватора могут входить и другие дополнительные производственные здания и сооружения, такие, как специальные здания и сооружения для очистки и сортировки зерна, камера для сбора пыли, цех отходов, склады для напольного хранения зерна и др.

К вспомогательным, обслуживающим производство зданиям и сооружениям элеватора, относятся: силовая станция, склады топлива, ремонтные мастерские, пожарное депо, лаборатория и т. п.

К непроизводственным зданиям и сооружениям - столовая, бытовые устройства, административный корпус и пр.

Элеватор обладает большей компактностью по сравнению со складами. На 1 т зерна в складах приходится 2,5... 3,0 м³, а в элеваторах - 1,5... 1,7 м³.

Технологическая схема движения зерна на элеваторе обеспечивает связь всех входящих в его состав силосов, бункеров, оборудования и устройств между собой. Ее строят по принципу последовательной обработки зерна в потоке от момента его приемки и до загрузки на хранение.

Производительность технологических машин должна быть равна производительности транспортного оборудования. В противном случае элеватор оборудуется оперативными бункерами

Рабочее здание элеватора служит производственным центром, с которым связаны все остальные его цеха и устройства. Пол первого этажа заглубляется на 0,8...2,5 м, это связано с разгрузкой автомобильного и железнодорожного транспорта, а также с размещением башмаков приемных норий.

В рабочем здании выполняют следующие основные производственные операции с зерном:

1. приемку с автомобильного, железнодорожного или водного транспорта;
2. обработку (очистку, сушку),
3. перемещение для определения качества или подготовку помольных партий;
4. распределение в силосы или склады, связанные с элеватором;
5. отпуск зерна на транспортные средства.

Зерно в рабочем здании элеватора перемещается по одноступенчатой и многоступенчатой схемам. При одноступенчатой схеме весы в рабочем здании расположены выше надсилосного конвейера. В связи с этим зерно, поднятое норией, после взвешивания может быть направлено без вторичного подъема в силосный корпус на очистку, сушку и т. д. Данная схема отличается простотой, но связана с увеличением высоты рабочего здания (60м).

Многоступенчатая схема позволяет снизить высоту рабочего здания. Для этого в рабочем здании весы размещают ниже подсилосного конвейера и зерно для загрузки в силосы, сепараторы и сушилки после взвешивания приходится вторично поднимать норией. Недостаток многоступенчатой схемы в том, что она увеличивает число норий, размеры общего здания и усложняет общую коммуникацию.

Объемно-планировочные решения рабочих зданий определяются технологическим процессом обработки зерна на элеваторе (приемка, очистка, сушка, взвешивание, хранение и отгрузка).

Современные рабочие здания элеваторов строят железобетонными монолитными (выполненными в скользящей опалубке), железобетонными сборными и металлическими.

Сборные рабочие здания, как и монолитные, подразделяют на отдельно стоящие и заблокированные с силосными корпусами.

Каркас отдельно стоящего рабочего здания выполняют в виде рамной системы в поперечном направлении и связевой - в продольном. Такое решение создает благоприятные условия изготовления и монтажа элементов каркаса. Каркас состоит из вертикальных связей и перекрытий, стены монтируют из железобетонных панелей.

Каркасную схему, как правило, применяют в элеваторах большой вместимости (100... 150 тыс. т).

Рабочее здание размером 27х15 м принято с учетом размещения необходимого оборудования и емкостей. Общая высота здания с надстройкой над центральной частью 49 м.

Размещение основного технологического оборудования по этажам рабочего здания выполнено по следующей схеме:

- на 1-м этаже (подсилосном) площадью 15х27 м и высотой 6 м расположены башмаки шести норий, приводные станции подсилосных транспортеров приема с железной дороги и отпуска отходов на автотранспорт;
- на 2-м этаже площадью 15х9 м и высотой 4,8 м - весы;
- на 3-м и 4-м этажах площадью 15х9 м и высотой 4,8 м каждый зерноочистительные машины-сепараторы;
- на 5-м этаже площадью 15х9 м и высотой 6м- сепараторы;
- на 6-м этаже (надсилосном) площадью 12*27 м и высотой 7,2 м - поворотные трубы распределительных устройств и натяжные станции надсилос-ных конвейеров;
- на 7-м этаже площадью 12*12 м и высотой 4,8 м - головки шести норий.

Так как весы размещаются на втором этаже, то необходим повторный подъем зерна нориями при подаче его на взвешивание и увеличение числа норий.

По технологическим требованиям сетка колонн в центральной части принята 3×9 м, в боковых частях 3×3 м, в верхней надстройке 3×6 и 3×12 м.

3.2 Силосы

Силос — сооружение, предназначенное для хранения сыпучего материала, состоящее из верхней части постоянного поперечного сечения и нижней разгрузочной секции в виде воронки. Отношение высоты и диаметра в силосе $H > 5D$. Более мелкий силос с отношением $H < 2D$ называется бункером

Верхняя часть силоса может быть круглой, квадратной, прямоугольной или многоугольной (рисунок 1). Используются силосы в блоке - батареи нескольких силосов большой высоты, сгруппированных на небольшой площади.

Стандартный силосный корпус может быть разделен по высоте на три резко отличающиеся друг от друга части:

1. нижняя - подсилосное помещение или подвал, в котором рас полагают нижние конвейеры, предназначенные для разгрузки силосов;
2. средняя - собственно силосы, где хранят зерно;
3. верхняя - надсилосное помещение, или галерея, где размещают верхние конвейеры, предназначенные для заполнения силосов.

Загрузка силоса 2 осуществляется сверху конвейером 1, а выгрузка материала - из выпускной воронки 4 с помощью выгрузного устройства 5 и побудителя потока 6.

В отдельном силосе вертикальное давление материала воспринимается выпускной воронкой. Горизонтальное давление воспринимается стенами и стремится растянуть их. Эти усилия должны удерживаться арматурой стен.

Диаметры круглых силосов, сблокированных в силосные корпуса, при проектировании элеваторов принимают 3, 6, 9 и 12 м, а отдельно стоящих 12, 18 и 24 м.

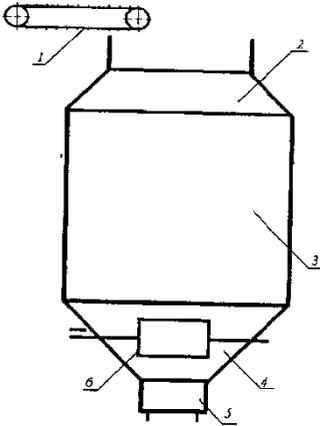


Рисунок 1 - Устройство силоса:
 1 - загрузочный конвейер;
 2 емкость силоса; 3 - верхняя часть силоса. 4 - выпускная воронка; 5 выгрузное устройство; 6-побудитель потока

одним верхним и одним нижним конвейером, могут иметь простое двухрядное расположение силосов.

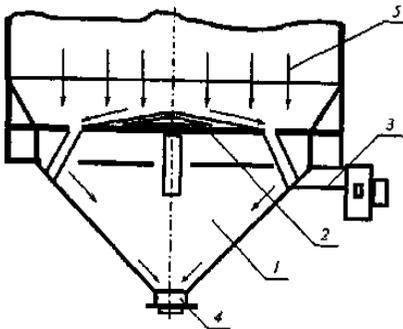


Рисунок 2 - Вибрирующая выпускная воронка: 1 - воронка; 2 конус; 3 - вибратор; 4 ~ выпускное отверстие; 5 - поток.

Число рядов круглых силосов, т.е. число круглых силосов в поперечном сечении корпуса, определяется числом загрузочных и выгрузных конвейеров, схемой элеватора, удобством расположения силосов на участке может быть от двух до шести и более.

Чем больше силосов в поперечном сечении корпуса обслуживается одной лентой конвейеров в подсилосном и надсилосном помещениях, тем выше помещение над силосами и подвала под силосами, поэтому силосные корпуса относительно небольшой вместимости, обслуживаемые

одним верхним и одним нижним конвейером, могут иметь простое двухрядное расположение силосов.

Для силосных корпусов с квадратными силосами сетку разбивочных осей принимают 3x3 м. По строительным соображениям и в зависимости от других условий (схемы элеватора, числа конвейеров и пр.) квадратные силосы располагают в поперечном сечении корпуса в 5, 6, 8 и более рядов.

Высота силосных корпусов, обусловливаемая технологическим процессом, высотой башни элеватора и несущей способностью грунта, в современных элеваторах достигает 30 м.

Размеры железобетонных силосных корпусов в плане всецело зависят от заданной вместимости. Чтобы не появились трещины от перепадов температур, длина силосного корпуса не должна превышать 48 м. Ширина корпуса в общем редко достигает 42 м, так как при большей ширине нельзя обеспечить естественное освещение подсилосного помещения.

Силосные корпуса, как правило, располагают с разрывом от рабочего здания в 3...12 м на отдельных фундаментах, причем связывается они верхними и нижними галереями, в которых проходят надсилосные и подсилосные транспортеры.

Внутренняя высота подсилосного помещения устанавливается в зависимости от расположения транспортеров и конструкции днищ силосов с тем, чтобы обеспечить выпуск зерна из силосов самотеком на транспортеры.

Надсилосную галерею устраивают по всей длине силосного корпуса. Ширина ее должна быть равна расстоянию между центрами силосов крайних рядов плюс диаметр загрузочного люка в силосе. Высота надсилосной галереи определяется габаритом сбрасывающей тележки транспорта, расположенной на станине, при этом высота помещения от низа балок покрытия до уровня ленты транспортера должна быть не меньше 2 м.

Конструкция надсилосной галереи состоит из одно-, двух- или трехпролетных железобетонных рам, тонких железобетонных вертикальных стенок и железобетонных плит покрытия. Рамы располагают в местах сопряжения стенок силосов и, кроме того, по одной или две в пролете при больших диаметрах силосов.

Полы в галерее делают цементно-песчаными или асфальтобетонными толщиной не менее 40 мм по перекрытию над силосами - плоской железобетонной плите, которая опирается на стенки силосов. Крышей над боковыми частями силосов вне галереи служит также плоская плита.

Наиболее рациональны в статическом отношении и удобны в эксплуатации силосы круглого сечения.

Корпус состоит из 36 круглых силосов, расположенных в 6 рядов по шесть силосов в каждом, и 25 звездочек между ними. Высота силосов 29,7 м. Вес части силосного корпуса - силосы, надсилосная галерея и подсилосный этаж, за исключением монолитной фундаментной плиты и стальных воронок днищ, смонтированы из сборных железобетонных элементов.

Железобетонные кольца, из которых собирают силосы, имеют двутавровое сечение с толщиной стенок 60 мм, толщиной полок 100 мм и высотой 1340 мм. Стенки первого ряда колец наружных силосов утолщенные - 90 мм. Кольца армированы одиночной арматурой из холоднотянутой проволоки диаметром 4 мм. Специальной навивочной машиной по спирали на кольца наружных силосов дополнительно наматывается холоднотянутая высокопрочная проволока диаметром 3 мм с одновременным ее натяжением. Для защиты проволоки от коррозии на поверхность колец нанесен слой цементного раствора толщиной 15 мм.

Вертикальная связь между смежными кольцами осуществляется обработкой стыков бетоном на длину 600 мм с установкой вертикальной арматуры. Для горизонтальной связи кольца стянуты болтами, пропускаемыми через специальные отверстия в полках колец; кроме того, в горизонтальных швах в местах касания силосов уложена арматура.

К недостаткам конструкции силосного корпуса можно отнести низкий уровень использования грузоподъемности транспортных средств (33%), большой расход бетона и высокую сметную стоимость в расчете на 1000 т вместимости. Каждое кольцо, из которых смонтированы силосы, состоит из восьми железобетонных ребристых дугообразных панелей длиной 2240 мм, шириной 750 мм, толщиной стенок 60 мм и ребер 150 мм. Кольца стянуты арматурными стержнями, для укладки которых и для замолачивания смежных панелей предусмотрены треугольные пазы соответственно вдоль длинных сторон панелей и в торцах.

При укрупненной сборке на строительной площадке арматуру натягивают и заделывают стыки между панелями. Кольца смежных силосов соединяют горизонтальными сетками, укладываемыми в местах стыков на растворе марки 200. Вертикаль-

ные швы в этих местах замолачивают бетоном на длину 1800 мм с установкой вертикальной арматуры.

Арматуру натягивают специальной установкой, располагаемой внутри кольца. При помощи восьми гидравлических домкратов и нажимных устройств установка создает радиальное давление на панели кольца, в результате чего кольцевые арматурные стержни получают предварительное натяжение. Применяется также электротермический метод предварительного напряжения колец замоноличиванием стыков до натяжения арматуры. Натянутую арматуру для защиты от коррозии оштукатуривают. Достоинство этой конструкции заключается в том, что она состоит из удобно транспортируемых небольших деталей.

Стальные силосы. Металлические силосы более легкие, их несущая способность выше, чем у силосов из других материалов. Для хранения крупных однородных партий зерна в последнее время начали применять отдельно стоящие стальные силосы большой вместимости, соединенные между собой и с рабочими зданиями транспортерными галереями и тоннелями.

Практика строительства за рубежом и в нашей стране показывают, что стальные силосы, по сравнению со сборными железобетонными, более удобны, экономичны, требуют для возведения меньших трудозатрат. Для изготовления лучших образцов стальных силосов расходуется такое же количество стали, как и для железобетонных, а расход бетона и железобетона снижается более чем в 5 раз.

Небольшая масса конструкций стальных силосов позволяет резко снизить транспортные расходы, сократить затраты на строительные машины, особенно при строительстве в удаленных районах, и открывает возможность возводить элеваторы на строительных участках с малой несущей способностью грунтов.

Изготовление конструкций стальных силосов возможно полностью в заводских условиях и доставлять их на строительную площадку укрупненными элементами, что позволяет вести быстрый монтаж и сокращение сроков их возведения.

Существует много различных приемов изготовления и монтажа стальных стен силосов. В зарубежном строительстве наибольшее распространение получил метод полистовой сборки.

В зависимости от вместимости и диаметра силосов толщину листов стенок силосов принимают в соответствии с расчетом 0,8...7,0 мм, соединяя их сваркой встык или болтами внахлестку. Для придания стенам силосов жесткости применяют гофрированный стальной лист. Основным недостатком конструкций с полистовой сборкой является большое количество монтажных соединений.

В России изготовление и монтаж листовых конструкций ведется методом рулонирования. Этот метод позволяет изготовить стенку в заводских условиях целиком в виде сварного полотна, свернуть ее в габаритный рулон и доставить в таком виде на строительную площадку. Метод рулонирования значительно сокращает трудоемкость и сроки монтажных работ, уменьшает себестоимость и повышает качество сооружения.

Для фиксации кровельных щитов и верхней транспортной галереи в центре силоса устанавливают стойку, используемую также для закрепления развернутых участков стенки силосов в процессе разворачивания рулона.

Диаметры стандартных силосов 15,2 и 22,8 м, высота стенок 12 м. Силосы диаметром 22,8 м имеют гладкую стенку в виде цилиндрической оболочки, изготовленной из 8 ярусов высотой 1,5 м каждый. Верхние пять ярусов из листов толщиной 6 мм, шестой - толщиной 7 мм, седьмой и восьмой ярусы - 8 мм.

Центральная стойка изготовлена из трубы диаметром 426 мм. Коническая кровля с углом наклона $27,5^\circ$ собирается из щитов треугольного очертания, опирающихся на стенку и центральную стойку. К каркасу щитов из прокатных двутавров и уголков закреплена обшивка из листов толщиной 2,5 мм.

На монолитной плите днища перпендикулярно нижней галерее сделано 12 каналов сечением 400х665 мм, в которых устроены аэрожелоба для вентиляции и разгрузки остатков зерна.

Стенки силосов представляют собой каркасную панель, состоящую из вертикальных и горизонтальных элементов жесткости, выполненных из рулонной оцинкованной стали толщиной 1 мм. В углах силосов для крепления обшивки образуются стойки крестообразного сечения.

Поперечная нагрузка от внутреннего бокового давления передается с обшивки на горизонтальные ребра, расставленные с шагом 0,8 м по высоте стенки. Для уменьшения расчетного пролета горизонтальных ребер и облегчения их в углах смежных граней в каждом ярусе, т. е. через 0,8 м, устанавливаются тяжи из круглой стали диаметром 16 мм.

Нижняя часть силоса обычно делается в виде воронки с углом 45...60° с целью самоочистения сыпучей массы после выгрузки силоса. Это снижает конструктивные экономические показатели силоса, но увеличивает эффективность его эксплуатации. С целью повышения емкости силоса выпускных воронок может быть несколько. Форма выпускных воронок - в виде круглых отверстий или прямоугольных щелей в центре или по углам днища.

Сыпучесть для различных материалов может быть различной, изменяется она и в зависимости от влажности и качества сыпучей массы. Поэтому при малой сыпучести в силосе возможно сводообразование, задержка выгрузки, а также перекоп давлений, который может привести к его разрушению

Сводообразование является результатом повышенного трения между частицами потока, в том числе и между зерном и стенками. Поэтому для уменьшения трения сыпучего материала о стенки силоса последние окрашивают специальной краской с низким коэффициентом трения.

Для побуждения потока применяют дополнительную вибрацию стенок силоса или воронки с помощью вибратора или подачи импульса воздуха в зону сводообразования.

Вибрирующая выпускная воронка содержит дополнительный конус с вибратором, устанавливаемым снаружи силоса (рисунк 2).

Вибратор может иметь частоту колебаний 1000...80000 Гц и амплитуду до 6 см. Конструктивно вибратор может быть выполнен в виде эксцентрикового или электромагнитного электропривода. Верхняя часть силоса при применении вибрирующей воронки из-за возможного разрушения конструкции должна отделяться от нее виброгасящей прокладкой

Одним из эффективных способов выпуска является псевдооживление (рисунк 3.3), заключающееся в изменении состоя-

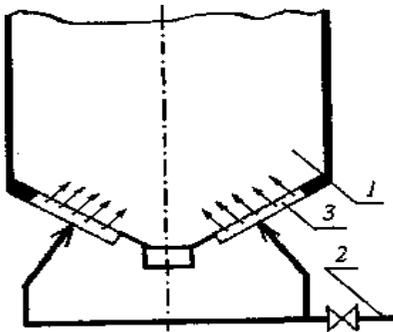


Рисунок 3 –

Система псевдооживления материала в силосе: 1 – силос; 2 – воздуховод; 3 – воздушные сопла.

ния массы продукта путем подачи в него воздуха, что приводит к уменьшению коэффициента трения между частицами.

Выгрузные устройства. Производительность при разгрузке силоса регулируется производительностью приемных конвейеров. Для обеспечения необходимой производительности используются выгрузные устройства.

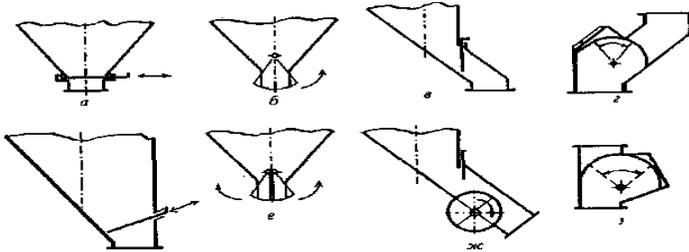


Рисунок 4 - Затворы выпускных отверстий:

a - горизонтальная задвижка; *б* - секторная заслонка; *в* - сдвоенная секторная заслонка; *г* - наклонная заслонка; *д* - вертикальная заслонка; *е, ж* - вращающиеся заслонки; *з* - вращающаяся лопастная заслонка

В простейшем случае используют обычный клапан или задвижку (рисунок 3). Они могут иметь ручной или механический привод, например от электродвигателя, управляемого с пульта управления элеватора.

Для механической выгрузки зерна применяют шлюзовые, ленточные, скребковые, шнековые и вибрационные разгрузчики

Основным элементом шлюзового разгрузителя является ротор с перегородками, вращающийся внутри корпуса (рисунок 4). Производительность шлюзового разгрузителя изменяется частота вращения ротора.

Скребок и ленточный разгрузители устанавливаются под выпускным отверстием щелевой формы и используются для

сыпучей продукции небольших и средних размеров. Скребковый разгрузчик обеспечивает высокую производительность выгрузки, но для его нормальной работы необходимо промежуточное днище, чтобы вся вышележащая масса продукта не давила на его рабочие органы. С помощью задвижек можно регулировать производительность выгрузки.

Винтовой разгрузчик показан на рисунке 6. Он представляет собой группу шнеков 2, установленных в днище воронки 1 и подающих продукт на поперечный шнековый транспортер 3, который в свою очередь подает продукт к выходному отверстию 4.

Винтовые конвейеры применяются для перемещения на короткие расстояния и дозирования продукта. Винт перемещает продукт по днищу желоба, не придавая ему вращательного движения. Приводной механизм его проще, чем в ленточном или скребковом конвейерах.

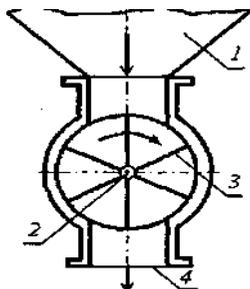


Рисунок 5 - Шлюзовой разгрузитель:
1 - воронка; 2 - ротор; 3 перегородки;
4 - выход разгрузителя.

В основном винтовые конвейеры используют как дозаторы для равномерной подачи продукта, для разгрузки труднсыпучих продуктов из силосов и автомобилей, где необходима работа с минимальной пыленностью.

В основном винтовые конвейеры используют как дозаторы для равномерной подачи продукта, для разгрузки труднсыпучих продуктов из силосов и автомобилей, где необходима работа с минимальной пыленностью.

автомобилей, где необходима работа с минимальной пыленностью.

Контрольные вопросы:

Какое сооружение называется элеватором? Какие сооружения включает в себя современный элеватор? Какие здания и сооружения элеватора относятся к основным производственным? Какие здания и сооружения элеватора относятся к вспомогательным? Какие здания и сооружения элеватора относятся к непроизводственным? Какие основные производственные операции с зерном выполняют в рабочем здании элеватора? Что представляет собой силосный корпус? Из каких частей состоит силосный корпус? Для чего служит подсилосная часть силоса? Для чего

служит надсилосная галерея? Какие методы изготовления и монтажа металлических силосов Вы знаете? Для чего применяют дополнительную вибрацию стенок силоса или воронки с помощью вибратора или подачи импульса воздуха в зону сводообразования? Для чего применяются выгрузные устройства в силосах? Какой привод применяется у клапана или задвижки выгрузных устройств? Что является основным элементом шлюзового разгрузителя?

Практическое занятие № 4

Тема: Оборудование для активного вентилирования зерна.

Цель работы: Изучить устройство установок для активного вентилирования зерна, освоить методику расчета активной вентиляции зерна.

4.1 Виды активного вентилирования зерна

Активное вентилирование - это интенсивное продувание насыпи зерна атмосферным, подогретым или искусственно охлажденным воздухом, проводимое с целью сохранения количества и улучшения качества зерна в процессе хранения.

В зависимости от назначения различают несколько видов вентилирования зерновой массы.

Профилактическое вентилирование применяют для предотвращения возникновения очагов самосогревания, выравнивания температуры и влажности в зерновой насыпи, уменьшения энергии дыхания, угнетения развития и жизнедеятельности микроорганизмов, сохранения жизнеспособности семян.

Вентилирование с целью охлаждения зерна проводят для затормаживания всех физиологических и микробиологических процессов в насыпях. При этом температуру насыпи снижают до 0... 10°С.

Вентилирование для ликвидации самосогревания зерна проводят путем быстрого охлаждения в любое время суток, независимо от погодных условий, при высоких удельных расходах воздуха (100...200 м³/ч и более).

Вентилирование для сушки зерна и семян применяют в случае невозможности обработки их в зерносушилках. Этот вид

вентиляции осуществляют в вентилируемых бункерах, складах, камерных сушилках для семян подсолнечника, клещевины, зерна бобовых культур, кукурузы. Для сушки зерна вентилированием применяют теплый атмосферный воздух летом и ранней осенью ($t=15...25^{\circ}\text{C}$ и $W=5S...65\%$),

Вентилирование семенного зерна теплым воздухом способствует ускорению послеуборочного дозревания, сохраняет жизнеспособность при длительном хранении, повышает их энергию прорастания и всхожесть. Весеннее вентилирование яровых культур осуществляют теплым воздухом, заканчивая обработку за неделю до начала сева.

Вентилирование для газации проводят с целью удаления фумиганта.

4.2 Оборудование для активного вентилирования

Для вентилирования зерна в складах и в силосах элеваторов применяют различные конструкции установок. По существующей классификации установки подразделяют на следующие группы:

стационарные, устраиваемые в полах складов и представляющие часть конструкции пола;

напольно-переносные, укладываемые в любом складе до засыпки его зерном;

переносные трубные.

Оборудование для активного вентилирования должно отвечать следующим требованиям:

- невысокая энергоемкость (расход электроэнергии на единицу объема перемещаемого воздуха);
- обеспечение наибольшей равномерности распределения воздуха обрабатываемой зерновой насыпи;
- универсальность установок;
- механизация и автоматизация процесса вентилирования;
- мобильность, простота, удобство и надежность конструкции в эксплуатации, высокая технологическая и экономическая эффективность.

4.2.1 Стационарные вентиляционные установки

Для вентилирования зерна в типовых складах с горизонтальными полами широко используют многие конструкции, ос-

новными из которых являются стационарные вентиляционные установки СВУ-1, модернизированные СВУ-1М, СВУ-2, СВУ-63 и аэрожелоба.

Установка СВУ-1 состоит из нескольких попарно соединенных каналов-воздуховодов (рисунок 1, а). Каналы устроены в полу склада и накрыты сверху сплошными деревянными щитами. Каналы имеют постоянную ширину, равную в нижней части 400 мм, в верхней - 900 мм, и переменную глубину, которая в начале канала составляет 500 мм, а в конце - 70 мм. Шаг между каналами - 3100 мм.

Каждые два канала с одной стороны попарно объединены и патрубком выведены через отверстие в стене за пределы склада. Одну пару объединенных каналов-воздуховодов принято называть секцией установки. Типовой склад вместимостью 3200 т оборудуют десятью секциями.

Воздух в каналы подают через диффузор, соединенный с осевым или центробежным электровентилятором достаточной мощности и производительности. Вентиляторы присоединяют к диффузору за пределами склада, по его продольной или торцевой стене и защищают от осадков.

Модернизированная установка СВУ-1 М отличается от установки СВУ-1 пониженным аэродинамическим сопротивлением сети, связанным с увеличением сечения канала в свету. Кроме этого, в установке СВУ-1 М расстояние между осями каналов-воздуховодов составляет 2350...2390 мм, деревянные щиты имеют ширину 910 мм против 810 мм в установке СВУ-1.

Установка СВУ-2 (рисунок 1, б) разработана для зерносклада с нижней галереей, и является видоизмененной конструкцией установки СВУ-1. Каналы-воздуховоды в установке укорочены в два раза, и располагаются симметрично по обе стороны от продольной оси склада, не доходя до нее 500 м. Воздух в каналы подводят через 26 входных патрубков, установленных в продольных стенах склада по 13 с каждой стороны. Установка имеет в два раза больше вентиляторов, следовательно, удельная подача воздуха в установке СВУ-2 больше, чем в СВУ-1.

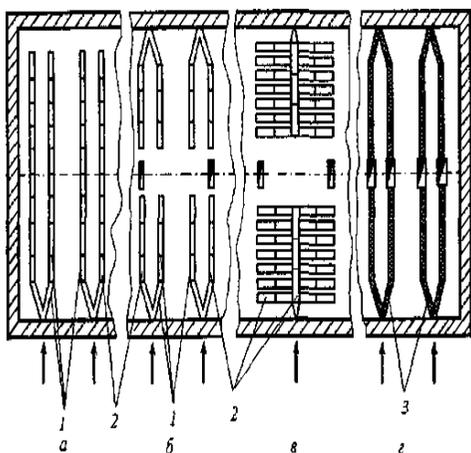


Рисунок 1 - Схема стационарных установок для вентиляции зерна в складах с горизонтальными полами: а - СВУ-1; б - СВУ-2; в - СВУ-3; г - аэрожелоба: 1 - деревянные щиты; 2 - щели для выхода воздуха; 3 - перфорированное перекрытие вентиляционных каналов

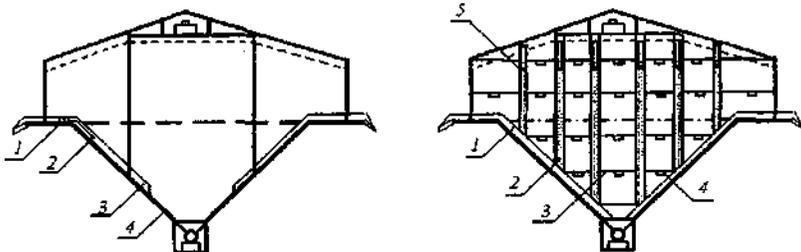


Рисунок 2 – Схема стационарных установок для вентиляции зерна в складах с наклонными полами: а - Ростовского Промзернопроекта: 1 - поворотная заслонка; 2 - переходный патрубок; 3 - верхний канал; 4 - нижний канал; б - Каркас ВЗИПП: 1 - наклонный канал; 2 - перфорированные вертикальные трубы; 3 - стальные струны; 4 - термоподвески; 5 - запорный поршень

Недостатком установок СВУ-1 и СВУ-2 является большая площадь слабовентилируемых участков. Расстояние между соседними каналами достигает 1500...2000 мм, а у стен - 4000...6000 мм. В результате воздух в зерновой массе распределяется неравномерно, образуются застойные зоны.

Установка СВУ-63 (рисунок 1, в) предназначена для вентиляции зерна различных культур с целью снижения температуры при влажности зерна до 26%, а также сушки их в насыпи теплым воздухом при влажности зерна до 30%. Данная установка

ка является наиболее эффективной из стационарных вентиляционных установок, поскольку характеризуется наличием не только магистральных (воздухоподводящих) каналов, расположенных поперек склада, но имеет и подсоединенные к ним воздухо-распределительные каналы. Кроме этого, глухие промежутки между щелями в установке не превышают 500...600 мм. В результате уменьшения площади «мертвых» зон технологическая эффективность установки повышается в 2...3 раза.

При формировании партий зерна над установкой СВУ-63 допускается значительно большая высота насыпи, чем над описанными выше.

Аэрожелоба (рисунок 1, г) используют для активного вентилирования хранящихся партий зерна, а также для механизированной разгрузки складов. Конструкция аэрожелоба состоит из воздухоподводящего канала и газораспределительной решетки.

Наряду с горизонтальными полами на хлебоприемных предприятиях имеются склады и полами, выполненными наклонно. Для вентилирования и газации зерна в складах с наклонными полами разработаны специальные установки, предлагаемые Ростовским институтом «Промзернопроект» и установка «Каркас», разработанная учеными Всероссийского заочного института пищевой промышленности (ВЗИПП). Установка Ростовского ПЗП (рисунок 2, а) состоит из деревянных воздухопроводов, параллельно уложенных на наклонных скатах пола склада. Она обеспечивает продувание насыпи снизу вверх.

Установка «Каркас» (рисунок 2, б) выполнена из перфорированных металлических воздухопроводов, смонтированных рядами вертикально над магистральными наклонными воздуховодами. Эта установка обеспечивает поперечное (горизонтальное) продувание слоев насыпи от одного ряда вертикальных перфорированных воздухопроводов, в которые нагнетают воздух вентиляторами, до соседнего такого же ряда воздухопроводов, из них этот воздух отсасывают. Перфорированные воздухопроводы установки «Каркас» удерживаются в вертикальном положении стальными струнами.

Наклонные магистральные каналы устроены в полу хранилища заподлицо с полом и имеют съемное деревянное перекрытие, исключая попадание зерна в каналы. Верхний конец

канала при помощи переходного патрубка выводят за пределы хранилища, нижний заканчивают сетчатой задвижкой, открывающейся при выпуске просыпей зерна из наклонного канала.

4.2.2 Напольно-переносные вентиляционные установки.

Основное отличие напольно-переносных (передвижных) установок от стационарных в том, что воздухоподводящие каналы не устраивают в полу склада, а укладывают поверх него, что является преимуществом установок такого типа.

Среди напольно-переносных установок для активного вентилирования зерна широкое распространение получили установки типа ГИПЗП (государственного института «Промзернопроект»).

Напольно-переносные установки ГИПЗП-48 (рисунок 3, а) и ГИПЗП-55 (рисунок 3, б) состоят из различного вида воздухо-распределительных деревянных решеток и переходного воздуховода для подвода воздуха от вентилятора к решеткам. В типовых складах вместимостью 3200 т зерна размещают восемь отдельных секций установки - по одной против каждого дверного проема. В них монтируют входной патрубок, устанавливают закладные доски и присоединяют вентилятор. Поперек склада от дверного проема до его продольной оси укладывают на пол четыре деревянных проходных и три глухих щита, образующих магистральный канал.

Несмотря на простоту устройства и эксплуатации, напольно-переносные установки имеют следующие недостатки. Щиты и решетки выступают над уровнем пола и существенно затрудняют применение передвижных механизмов при погрузочно-разгрузочных работах с зерном в складах и на площадках. Эксплуатация установок сопряжена с большой затратой ручного труда. Деревянные части установок, особенно щиты и решетки, часто ломаются.

Напольно-переносные установки нашли применение и для вентилирования зерна на площадках. При этом торцы крайних решеток и последнего щита заглушают, прибивая к ним сплошные доски, что способствует более равномерному распределению воздуха по обрабатываемому массиву и лучшей продувке.

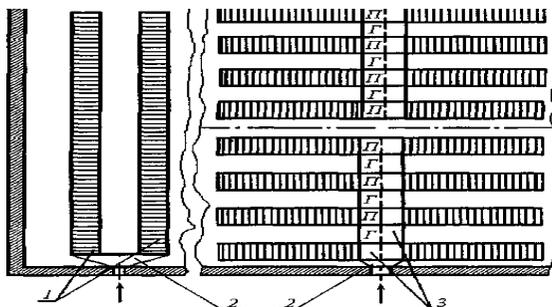


Рис. 3 - Схема напольно-переносных установок для вентиляции зерна в складах и на площадках: а - установка ГИПЗП-48; б - установка ГИПЗП-55: 1 - деревянные решетки; 2 - переходные патрубки; 3 - проходные (П) и глухие (Г) деревянные щиты

4.2.3 Переносные трубные установки

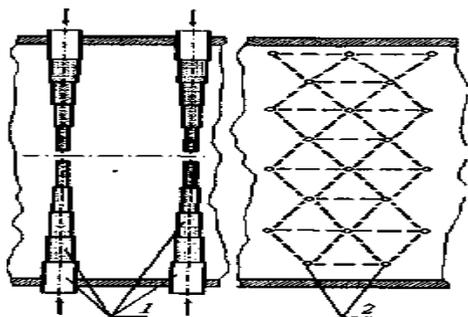
Переносные установки используют для охлаждения части насыпи зерна, хранящегося на площадках и в складах, не оборудованных напольными установками.

Телескопическая вентиляционная установка ТВУ-2 (рисунок 4, а) представляет собой пятизвенную трубу телескопического типа. Все звенья трубы - полые стальные цилиндры со стенками толщиной 2 мм. У первого звена стенки сплошные, а у остальных четырех - перфорированные с отверстиями диаметром 3 мм. К первому звену приварены салазки, на которых трубу в собранном виде перемещают по территории предприятия или перевозят на автомобиле от одного хозяйства к другому.

Сквозь всю трубу телескопического типа проходит стальной трос длиной 12 м и диаметром 9,9 мм. Один конец его закреплен фиксаторами за последнее звено, а другой заканчивается петлей и выходит за пределы первого звена. Когда звенья трубы совмещены, конец троса с петлей свертывают кольцами в передней части первого звена, закрываемого крышкой, чтобы избежать самопроизвольного растягивания трубы во время перемещения или перевозки, трос закрепляют зажимом.

На площадке или току установки расставляют попарно одна против другой и растягивают каждую во все ее длину. Уложенные по полу площадки или склада звенья установки ТВУ-2 засыпаются зерновой массой на 2,5...3 м. К наружному концу

трубы присоединяют вентилятор, обеспечивающий по дачу 12 тыс. м воздуха в час. Такой установки достаточно, чтобы обеспечить обработку 100...150тзерна.



*Рис. 4 Переносные трубные установки
а - телескопическая вентиляционная установка ТВУ-2;
б - однотрубная вентиляционная установка ПВУ-1;
1 - телескопические трубы; 2 - трубы ПВУ-1*

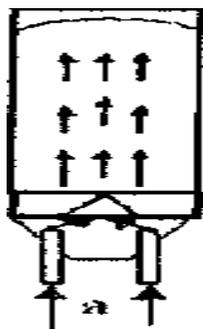


Рисунок 5 - Принципиальные схемы установок для вентилирования зерна в силосах элеваторов: а - конструкция «Гипромзернопроект»; б - конструкция ЦНИИЭСельстрой; в - конструкция ВЗИПП и Краснодарского производственного управления хлебопродуктов

Однотрубная переносная вентиляционная установка ПВУ-1 (рисунок 4, б) предназначена для ликвидации очагового самоогревания, а также для профилактического вентилирования. Принцип работы данной установки заключается в том, что перфорированную трубу погружают в зерновую насыпь, подсоединяют к ней вентилятор, и охлаждают зерно, нагнетая или отсасывая воздух из насыпи. Установка состоит из составной трубы, погружаемой сверху в зерновую насыпь, и индивидуального вентилятора, надеваемого на нее сверху. Установку используют группами, т. е. одновременно не менее семи труб, расставляемых в насыпи по углам равносторонних треугольников в три и более рядов. Составная труба, служащая воздухопроводом, имеет нижнюю и верхнюю части и переходную конусную муфту для

присоединения вентилятора. Нижний отрезок с одного конца сделан на конус, облегчающий погружение в насыпь. Резьбовая муфта на другом конце служит для присоединения вибромолота, верхнего отрезка трубы или переходной муфты. Нижняя часть трубы сетчатая, с отверстиями диаметром до 2 мм. Верхний отрезок трубы служит для удлинения трубы при большой высоте насыпи. Трубу погружают в зерновую насыпь и извлекают из нее при помощи вибромолота.

Иногда для вентилирования зерна используют другую передвижную трубную установку — аппарат для газации зерна 4-АГ. Он отличается от установки ПВУ-1 тем, что воздух в трубы подают одним вентилятором через систему гибких трубопроводов, а зерно продувается только нагнетанием. Кроме того, в каждую трубу направляют значительно (в 4...6 раз) меньше воздуха.

Передвижной телескопический аэрожелоб (ПТА) состоит из пяти звеньев, которые можно растягивать на максимальную длину до 10 м и совмещать до 3,5 м (нерабочее состояние). Аэрожелоб изготовлен из сплошного листового металла толщиной 2...3 мм. Сечение аэрожелоба - квадратное. В верхней панели (крышке) всех звеньев аэрожелобов посередине вварена перфорированная лента шириной 160 мм из чешуйчатого сита.

Во избежание сдвига телескопических аэрожелобов целесообразно загрузку хранилища проводить так, чтобы струя зерна с верхней конвейерной галереи падала непосредственно на аэрожелоб, а не возле него.

Использование ПТА позволяет существенно повысить технологическую и экономическую эффективность вентилирования зерна в складах.

4.2.4 Установки для активного вентилирования зерна в силосах элеваторов

Активное вентилирование в силосах элеватора менее распространено в связи со сложностью конструкции.

Для вентилирования зерна в силосах элеваторов применяют установки, обеспечивающие вертикальное или поперечное продувание зерновой насыпи.

Вертикальное вентилирование является наиболее простым способом вентилирования зерна в силосах. Способ основан на продувке слоя зерна по всей высоте силоса.

В установке с вертикальным продуванием зерна, разработанной государственным институтом «Промзернопроект», (рисунок 5, а) воздух от вентилятора напорно-прямоточной установки поступает через одну или две трубы под короб, из которого входит в зерновую массу и пронизывает ее. Удаляется воздух из силоса через верхний загрузочный люк. Установка позволяет вести вентилирование зерна при частичной или полной загрузке силоса.

Напорно-вытяжная жалюзийная установка (рисунок 5, б) состоит из шести или четырех вертикальных жалюзийных воздухопроводов полукруглого сечения, смонтированных внутри силоса по три (или по два) воздуховода, расположенных друг против друга. Каждый воздуховод в средней части делится по длине глухой перегородкой пополам. Три (или две) половины воздухопроводов, объединенные фасонными воздуховодами в над- и подсилосных помещениях, образуют секции. В две левые секции снизу и сверху два вентилятора нагнетают воздух, а из противоположных правых двух секций такие же два вентилятора его отсасывают. Вентилирование зерна этой установкой осуществляется только после полной загрузки силоса.

Напорно-вытяжная трубная установка (рисунок 5, в) с поперечным продуванием насыпи состоит из четырех или шести воздухопроводов, которые монтируют внутри силоса попарно на расстоянии 0,4 диаметра силоса друг от друга. Каждый воздуховод состоит из набора перфорированных металлических звеньев или чередующихся между собой двухметровых звеньев со сплошными перфорированными стенками. Каждая пара или три вертикальных воздуховода объединены фасонными воздуховодами в под- и надсилосном помещениях в секции, в одну из которых вентилятор нагнетает воздух, а из противоположной секции другой такой же вентилятор отсасывает его.

Контрольные вопросы:

Какие виды вентилирования Вы знаете? Какую схему используют для охлаждения зерна в силосах элеваторов искусственно охлажденным воздухом? Как устроены воздухопроводы установки

СВУ? Какие недостатки имеют напольно-переносные установки? Для чего предназначена установка ПВУ-1 и из каких основных элементов она состоит? Какие стационарные установки применяются для вентилирования зерна в складах с наклонными полами? За счет чего перфорированные воздуховоды установки «Каркас» удерживаются в вертикальном положении? Где применяются телескопические вентиляционные установки ТВУ-2? Какие установки применяют для вентилирования зерна в силосах элеваторов?

Практическое занятие № 5

Тема: Устройство и работа зерносушилок.

Цель работы: Изучить устройство различных зерносушилок, освоить методику расчета барабанных зерносушилок.

5.1 Классификация и устройство зерносушилок

В зависимости от классификационных признаков сушилок, применяемые для послеуборочной обработки зерна делятся на следующие:

- по характеру использования - на стационарные и передвижные;
- по конструктивным признакам - на шахтные, барабанные, камерные, трубные и др.;
- по способу подвода тепла - на конвективные и контактные (кондуктивные);
- по состоянию зернового слоя - с плотным неподвижным, с плотным движущимся, с псевдооживленным, с взвешенным и с комбинированным слоем;
- по характеру движения зерна при сушке - на прямоточные и рециркуляционные.

Среди сушилок, применяемых в практике зерносушения промышленности, наибольшее распространение получили шахтные прямоточные зерносушилки. Такие зерносушилки, как правило, состоят из надшахтного бункера, двух шахт с коробами, двух выпускных устройств, топки, вентиляционного оборудования, норий и транспортеров для перемещения зерна.

Надшахтный бункер выполняет функции накопителя зерна. При этом зерновой слой над шахтами препятствует выбросу теплоносителя через верх шахты.

Корпус шахт выполняют из листовой стали или из железобетона. Короба изготавливают в основном пятигранной формы с открытой нижней частью также из листовой стали. В некоторых сушилках короба выполнены перфорированными, что улучшает равномерность сушки. Подводящие и отводящие короба в шахте чередуются рядами (ряд отводящих коробов - ряд подводящих коробов) или чередуются в ряду (подводящий короб - отводящий короб).

Каждая шахта зерносушилки снабжена выпускным устройством, обеспечивающим равномерность движения зерна по поперечному сечению шахты. В свою очередь это обеспечивает равномерность нагрева, сушки и охлаждения зерна. Выпускные устройства могут быть периодического и непрерывного действия. В первом случае устройство обеспечивает выпуск зерна через определенный промежуток времени, во втором - выпуск зерна осуществляется непрерывно. Некоторые зерносушилки комплектуются выпускными устройствами комбинированного действия, обеспечивающими выпуск зерна одновременно в режиме непрерывного и периодического действия. Такое устройство обеспечивает более равномерный выпуск зерна из шахты.

Для подачи в шахты теплоносителя и атмосферного воздуха применяются вентиляторы низкого ($H < 1000$ Па) давления. В топках для подачи воздуха в форсунку используются вентиляторы высокого давления ($H = 10000 \dots 12000$ Па).

Зерносушилка А1-ДСП-50 шахтного типа, с двумя контурами рециркуляции и предварительным подогревом зерна состоит из двух сушильных шахт, теплообменника и охлаждающей шахты, а также надсушильных бункеров, выпускных устройств, вентиляционного оборудования, системы транспортирования зерна и очистки отработавшего теплоносителя, топки и шкафа управления.

Каждая из сушильных шахт включает четыре секции размером 3200×985 мм и высотой 1650 мм. В секциях установлены подводящие и отводящие короба, выполненные в форме клина по длине с жалюзийными боковыми стенками. Короба распола-

гаются зигзагообразно по вертикали и чередуются между собой в каждом ряду. Под первой сушильной шахтой смонтирован тепловлагообменник.

Охлаждающая шахта по конструкции аналогична сушильной, и состоит из трех секций.

Под тепловлагообменником и охлаждающей шахтой расположены устройства (механизмы) для выпуска зерна из шахт, состоящие из двух рам, расположенных одна над другой с регулируемым зазором (3...5 мм). Верхняя рама неподвижна, в нижней ее части установлены 16 клиновидных выпускных коробов. Нижняя рама выполнена подвижной и в ней имеются шиберы, с помощью которых перекрываются отверстия выпускных коробов верхней рамы. При перемещении подвижной рамы от среднего положения образуются щели между выпускными коробами и шиберами, с помощью которых зерно равномерно выпускается из шахты.

Открытие затвора осуществляется с помощью электропривода и реле времени, закрытие - при помощи возвратных пружин. За каждое открытие затвора выпускается 100...300 кг зерна. Производительность выпускного устройства регулируется частотой открытий затвора, а также величиной щели, которая в свою очередь изменяется за счет длины тяг привода.

Отбор зерна из шахты для рециркуляции осуществляется с помощью бесприводного устройства, состоящего из поворотного клапана и сборников зерна. Количество рециркулируемого зерна зависит от величины открытия клапана.

Продувка шахт параллельная и они снабжены двумя вентиляторами типа Ц4-76 ЮЖ. В качестве теплоносителя используется смесь атмосферного воздуха с продуктами сгорания жидкого или газообразного топлива. Воздух, смешиваясь с продуктами горения, образует газоздушную смесь температурой 250...300°C, которая затем, смешиваясь с отработавшим воздухом охлаждающей шахты образует теплоноситель температурой 160°C.

Зерносушилка А1-УЗМ (рисунок 1) является шахтной зерносушилкой с частичной рециркуляцией нагретого зерна. Эта зерносушилка является прототипом зерносушилки А1-ДСП-50 и

отличается наличием каскадного нагревателя для нагрева рециркулирующего зерна.

Зерносушилка состоит из двух вертикальных сушильных шахт, теплообменника, охлаждающей шахты, двух выпускных устройств: бесприводного и непрерывного действия, надшахтного бункера, вентиляционного оборудования, топки, работающей на жидком топливе, системы очистки отработавшего воздуха и транспортного оборудования.

Сушильная шахта состоит из отдельных секций высотой 1150 мм и размером в плане 3200x985 мм. В каждой секции размещено четыре ряда коробов. Подводящие и отводящие короба чередуются между собой в каждом ряду. Короба изготовлены переменного сечения в виде клина; их боковые стенки выполнены перфорированными.

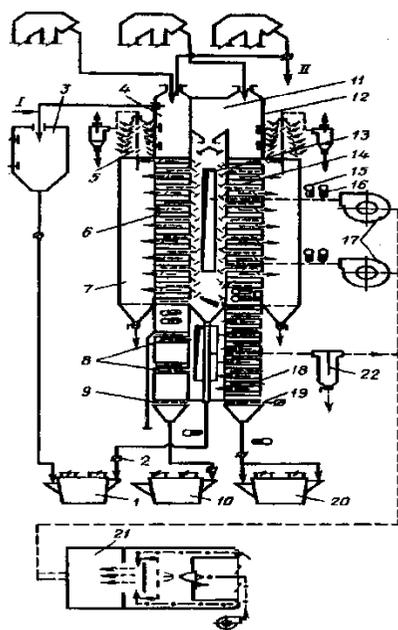


Рисунок 1 - Технологическая схема зерносушилки А1—УЗМ: 1 - нория для сырого зерна; 2 - перекидной клапан; 3 - оперативный бункер; 4 - надшахтный бункер первой сушильной шахты; 5 - пылеотделитель; 6 - сушильная шахта; 7, 22 - осадочная камера; 8 - теплообменник; 9 - бесприводной выпускной механизм; 10 - промежуточная нория; 11 - бункер для избыточного количества зерна; 12 - надшахтный бункер второй сушильной шахты; 13 - ввод агента сушки в напорно-распределительную камеру; 14 - подогреватель; 15 - ртутный термометр; 16 - термометр сопротивления; 17 - вентиляторы для подачи агента сушки; 18 - охлаждающая шахта; 19 - выпускной механизм непрерывного действия; 20 - нория для сухого зерна; 21 - топка; 22 - осадочная камера; 1 - сырое зерно; 11 - сухое зерно

Технологический процесс зерносушки осуществляется в следующей последовательности. Сырое зерно из склада или элеватора поступает в оперативный бункер 3, откуда самотеком поступает в норию 1. Смесь зерна направляется в надшахтный бункер 4, затем в сушильную шахту 6, в теплообменник 8 и далее через бесприводной выпускной механизм 9 в промежуточную норию 10. После этой норрии зерно поступает в надшахтный бункер 12 второй сушильной шахты, из которого одна часть зерна через окна в перегородке направляется в бункер 11 и далее в каскадный подогреватель 14.

Из подогревателя зерно снова направляют в норию, где оно смешивается с сырым зерном из оперативного бункера. Из надшахтного бункера 12 второй сушильной шахты зерно поступает в охлаждающую шахту 18. Охлажденное зерно через выпускной механизм непрерывного действия 19 направляется в норию для сухого зерна, затем по самотечной трубе подается в склад или силосный корпус элеватора.

В случае, если влажность зерна на выходе из охлаждающей шахты выше нормы (контроль осуществляется влагомером), перекидным клапаном, установленным на сливной самотечной трубе, его поток перекрывают, по второй самотечной трубе подают в надшахтный бункер 4 первой сушильной шахты для досушивания. Режим работы выпускного механизма 19 второй сушильной шахты корректируют в зависимости от влажности зерна на выходе. Теплоноситель из топки 21 двумя вентиляторами 17 подается в напорно-распределительную камеру и подогреватель 14, где осуществляется нагрев зерна в падающем слое. Из подогревателя теплоноситель поступает в обе сушильные шахты, где пронизывает зерно в плотном малоподвижном слое. Затем он очищается в осадочных камерах 7 с инерционными пылеотделителями 5 и выбрасывается в атмосферу.

Охлаждение зерна осуществляется в охлаждающей камере 18 атмосферным воздухом, который засасывается вентилятором для подачи агента сушки и, пройдя через осадочную камеру 22, смешивается с теплоносителем.

Конструкцией сушилки предусматривается возврат недосушенного зерна на повторную сушку через оперативный бункер 3.

Температура теплоносителя на входе в напорно-распределительную камеру составляет 140... 160 °С.

Температура зерна после первой сушильной шахты равна 50...53°С. Часть этого зерна, попадая в каскадный нагреватель, нагревается за 10... 15 °С до температуры 60°С. Продолжительность отлежки зерна в теплообменнике 8 составляет 6...7 минут; этот процесс продолжается в надшахтном бункере 5 в течение 9... 10 минут. После каскадного нагревателя температура теплоносителя снижается до 110... 130°С. С этой температурой он направляется в сушильные шахты. В первой сушильной шахте продолжительность сушки равна 4...5 минут, а во второй сушильной шахте зерно сушится в течение 10... 12 минут. Охлаждение зерна длится в течение 10...12 минут.

Особенностью данной сушилки является возможность дистанционного контроля температуры нагрева и влажности зерна. Температура нагрева зерна контролируется после каждой сушильной шахты, а влажность зерна - на входе в охлаждающую шахту.

Удачным техническим решением А1-УЗМ является размещение подогревателя в самой зерносушилке, что позволило обойтись минимумом обслуживающих норий и скомпоновать её на небольшой площади.

Оригинальным конструкторским решением является также использование напорно-распределительной камеры для подогрева рециркулирующего зерна с последующим смешиванием его с сырым зерном. Это в свою очередь интенсифицирует влагообмен между сырым и рециркулирующим зерном.

Производительность зерносушилки А1-УЗМ при снижении влажности зерна с 20 до 14 % составляет 50 т/ч. Удельный расход условного топлива равен 11 кг/т; электроэнергии - 2,4 кВт-ч/т. Габаритные размеры (без норий и топки) 10000x7000x20000 мм, масса 55000 кг.

Зерносушилка СЗШ-16 спроектирована и изготовлена для предприятий сельского хозяйства и используется в сочетании с зерноочистительными комплексами типа ЗАВ-20.

Зерносушилка состоит из цилиндрической топки, работающей на жидком топливе, двух параллельно расположенных сушильных шахт с выпускными устройствами, двух выносных

охладительных колонок, газоздуховодов, диффузоров и норий.

Топка сушилки включает (рисунок 2) камеру сгорания, кожух, топливную аппаратуру, смесительную камеру, систему зажигания и контроля факела. Перед смесительной камерой расположен отражательный экран, а в самой камере - противовзрывной клапан. В торцевой части топки смонтированы завихритель воздуха и форсунка. Для контроля наличия факела во время работы сушилки, в топке установлено фотоэлектрическое реле.

В каждой из двух шахт размером 2030x1000 мм и высотой — 6400 мм размещено 14 рядов коробов по 8 штук в ряду. Шахты размещены параллельно друг к другу, между шахтами расположена распределительная камера. Над каждой шахтой смонтирован надшахтный бункер, излишки зерна из которого по самотечной трубе направляются в нории сырого зерна. Под шахтами смонтированы выпускные устройства комбинированного действия. Устройство совершает как непрерывное движение с амплитудой колебания 4...20 мм, так и периодическое движение с амплитудой 135 мм через каждые 4 минуты.

В состав зерносушилки входят два вентилятора типа ЦЧ-70 №8 (по одному на каждую шахту), две нории сухого зерна и две нории сырого зерна.

В качестве теплоносителя используется подогретый воздух, что значительно повышает пожаробезопасность при эксплуатации сушилки.

Зерносушилка имеет одну зону сушки и работает на всасывание, для чего топка соединена воздуховодом с напорной камерой, а вентиляторы шахт смонтированы после шахт и работают на всасывание. Охлаждение пророщенного зерна осуществляется в двух охлаждающих колонках (по одной на каждую шахту).

Охлаждающая колонка высотой 2750 мм выполнена из двух перфорированных цилиндров - внутреннего диаметром 760 мм и внешнего диаметром 1260 мм. В пространство между цилиндрами загружается зерно и продувается атмосферным воздухом при подаче его вентилятором во внутренний цилиндр.

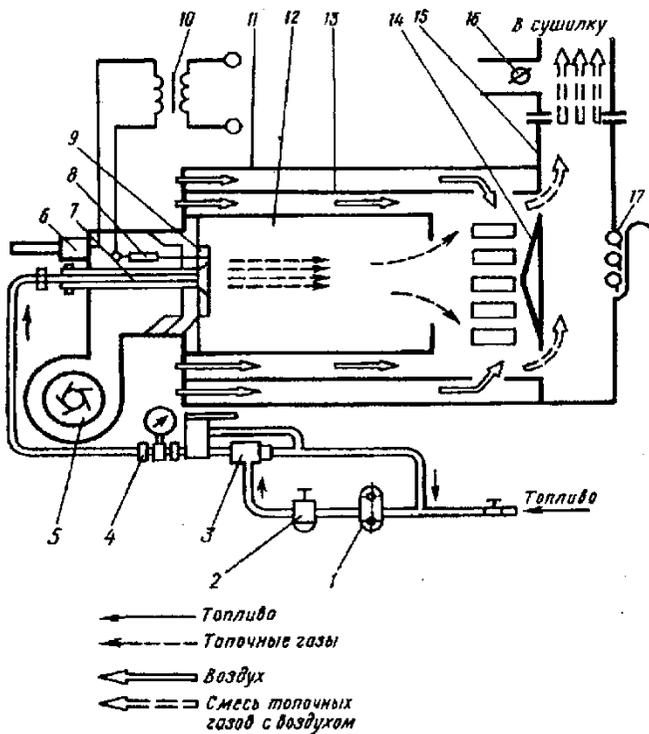


Рисунок 2 - Схема) топки зерносушилки СЗШ—16: 1 - топливный насос; 2 - фильтр; 3 - * клапан; 4 - манометр; 5 - дутьевой вентилятор; 6 - фотоэлектрический прибор; 7 - форсунка; 8 - свеча зажигания; 9 - завихритель; 10 - газосветный трансформатор; 11 - кожух; 12 - камера сгорания; 13 - экран; 14 - отражательный экран; 15 - смешительная камера; 16 — клапан впуска атмосферного воздуха; 17 - противовзрывной клапан

Технологический процесс сушки СЗШ-16 осуществляется следующим образом. Сырое зерно поступает в норию 2 (рисунок 2) и норию 3. Каждая из этих норий направляет сырое зерно в свою шахту 6. Зерно, двигаясь по шахте сверху вниз, продувается подогретым в топке 9 атмосферным воздухом, подаваемым вентиляторами 7. Равномерность выпуска зерна из шахт обеспечивается комбинированным выпускным устройством, смонтированным под каждой шахтой. Зерно после шахт

направляется в нории 1 и 4, а затем в охладительные колонки 5, где оно охлаждается атмосферным воздухом, нагнетаемым вентилятором 8. Сухое и охлажденное зерно направляется на хранение.

недостатки зерносушилки СЗШ-16:

- наличие одной зоны сушки и специального оборудования для охлаждения зерна повышают затраты на обработку зерна;

- работа вентиляторов шахт на всасывание эффективна при достаточной герметизации воздухопроводов, в противном случае вентиляторы будут засасывать вместо теплоносителя через неплотности атмосферный воздух;

- работа топки в качестве калорифера на использовании подогретого воздуха повышает затраты по топливу на 50 %.

Производительность сушилки при снижении влажности зерна (пшеницы) на 6% составляет 16 т/ч при удельном расходе условного топлива 12,2 кг/т и электроэнергии 3,8 кВтч/т ч., масса 14000 кг Габаритные размерь, 10500x11100

К барабанным относят горизонтальные цилиндрические сушилки с вращающимся или неподвижным корпусом. В первом случае вместе с барабаном вращается внутренняя насадка, обеспечивающая перемешивание материала, во втором – специальное перемешивающее устройство. По способу подвода теплоты барабанные сушилки делят на конвективные (прямого действия), контактные (непрямого действия) и комбинированные (смешанного действия)

Внутри корпуса устанавливают различные насадки и другие внутренние устройства, способствующие равномерному распределению по сечению материала и интенсивному перемешиванию его в процессе сушки. Вид насадки соответствует свойствам высушиваемого материала: винтовые распределительные подъемно-лопастные секторные, секторные (перевалочные), самоочищающиеся.

Барабанная зерносушилка СЗСБ-8 используется стационарно для сушки зерновых и масличных культур любой влажности и засоренности Зерносушилки этого типа используются для сушки мелких партий зерна, а также для сушки семян подсолнечника на маслоэкстракционных заводах.

Рабочим органом таких сушилок является барабан, внутри которого размещены насадки или продольные лопасти. Барабан имеет небольшой наклон в сторону перемещения зерна и вращается с частотой 2...6 мин. При вращении барабана с помощью насадок и лопастей зерно с их помощью поднимается, а затем с них скатывается. В процессе падения обрабатываемый продукт обдувается теплоносителем. При вращении барабана зерно перемещается к противоположному его концу и высушивается. Эти зерно сушилки, как правило, не требуют монтажа и могут быть установлены на площадках. К их недостатку можно отнести то, что они металлоемки, малопроизводительны и отличаются повышенным расходом топлива.

Зерносушилка СЗСБ-8 комплектуется топкой, загрузочной камерой, сушильным барабаном, разгрузочной камерой, охлаждающей колонкой и норями.

Топка имеет цилиндрическую форму, выполнена из металла и работает на жидком топливе.

Загрузочная камера предназначена для ввода в барабан сушилки теплоносителя и зерна. В нижней части камеры размещен клапан для вывода излишков зерна.

Сушильный барабан состоит из шести секций, внутри барабана имеются лопасти для подъема зерна. Ввод зерна в барабан осуществляется шестью винтовыми дорожками; при помощи аналогичных дорожек производится вывод зерна. Барабан двумя бандажами опирается на ролики, посредством которых осуществляется его привод.

Разгрузочная камера предназначена для вывода отработанного теплоносителя в атмосферу и выгрузки просушенного зерна. В верхней части камеры смонтирован вентилятор для подачи теплоносителя из топки в барабан и его вывода после выполнения технологического процесса. Выгрузка зерна осуществляется шлюзовым затвором.

Зерно охлаждается в вертикальной охлаждающей колонке, состоящей из двух перфорированных цилиндров разного диаметра, вставленных один в другой. Пространство между цилиндрами заполняется зерном. Продувка зерна осуществляется путем всасывания атмосферного воздуха через перфорацию внешнего цилиндра вентилятором, смонтированным в верхней

части колонки. Выпуск зерна из колонки производится при помощи шлюзового затвора. Охлаждающей колонка имеет периодический принцип работы.

Барaban сушилки обслуживает вентилятор ЦЧ-70 №7, а охлаждающую колонку-вентилятор ЦЧ-70 №6. Привод барабана осуществлен электродвигателем мощностью 7,5 кВт через редуктор РМ-350.

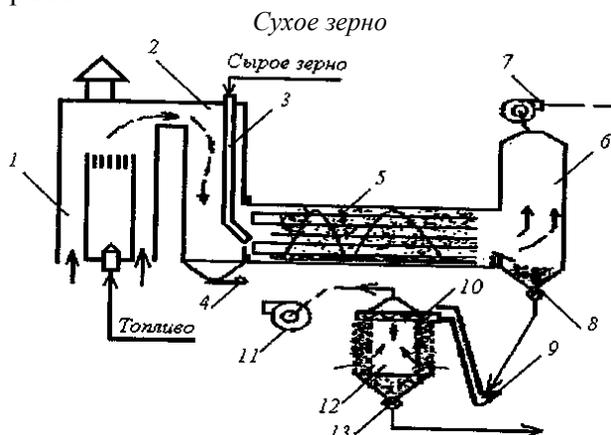


Рисунок 3 — Технологическая схема сушилки СЗСБ-8: 1 - топка; 2 - загрузочная камера; 3 — самотек ввода сырого зерна; 4 — грузовой клапан; 5 - барабан; 6 - разгрузочная камера; 7, 11 - вентиляторы; 8, 13 - шлюзового затвор; 9 - нория; 10 - шнек; 12 - охлаждающая колонка

Принцип работы сушилки заключается в следующем (рисунок 3). Сырое зерно норией (на схеме не показана) вводится через загрузочную камеру 2 по самотеку 3 в сушильный барабан 5. Лопатки и крестовины барабана поднимают зерно вверх, затем оно ссыпается вниз. Этот процесс повторяется многократно с постепенным перемещением зерна вдоль барабана. Зерно нагревается кондуктивно на лопатках, а при его падении нагревается и высушивается конвективно теплоносителем, подаваемым вентилятором 7. Зерносушилка работает на всасывание теплоносителя. После барабана 5 обрабатываемый продукт попадает в разгрузочную камеру 6, откуда шлюзовым затвором непрерывно выводится из камеры и норией 9 направляется на шнек 10, который загружает зерно в охлаждающую колонку 12.

Воздух через перфорацию внешнего цилиндра поступает в зерно и через перфорацию внутреннего цилиндра вентилятором 11 выбрасывается в атмосферу. Зерно из охлаждающей колонки выпускается порциями. При достижении верхнего уровня зерна в колонке автоматически включается шлюзовой затвор 13, который выпускает зерно, при достижении минимального уровня зерна шлюзовой затвор выключается, и выпуск зерна прекращается.

Производительность сушилки при снижении влажности зерна (пшеницы) с 20 до 14% составляет 8 т/ч при расходе условного топлива 65 кг/ч. Мощность привода 31,6 кВт, габаритные размеры 10260х7070х8300 мм, масса 9000 кг.

Контрольные вопросы:

Каково устройство и принцип действия шахтных сушилок? Каково устройство и принцип действия барабанных сушилок? Как регулируется производительность выпускного устройства в зерносушилке А1-ДСП-50. Какова температура сушки в зерносушилке А1ДСП-50? Каковы параметры сушки зерна в зерносушилке А.-УЗМ? Как классифицируются барабанные сушилки? Назовите основные недостатки и преимущества барабанных сушилок. Каковы основные направления повышения тепловой эффективности барабанных сушилок? С какой целью в барабанных сушилках применяют насадки? Какие виды насадок используются в барабанных сушилках?

Практическая работа № 6

Тема: Сооружения и оборудование для холодильной обработки и сельскохозяйственной продукции.

Цель работы: Изучить устройство и оборудование холодильников, освоить методику их расчета.

6.1 Классификация холодильников

Холодильниками называют сооружения для охлаждения, замораживания и хранения сырья и готовой продукции. По назначению холодильники подразделяются на производствен-

ные, заготовительные, распределительные и транспортно-экспедиционные.

Производственные холодильники необходимы для охлаждения, замораживания и кратковременного хранения сырья и готовой продукции. Многие производственные холодильники при мясо-, птицекомбинатах, маслодельных заводах оснащены мощными охлаждающими и морозильными установками, но имеют небольшую емкость камер хранения. Продукция этих комбинатов в основном транспортируется в районы потребления. Наиболее распространенными являются производственные холодильники емкостью 500...5000 т и производительностью холодильных установок 20...100 т в сутки. Данные холодильные установки имеют большую мощность, так как они обеспечивают холодом не только камеры охлаждения, замораживания и хранения, но и другие производственные процессы.

Заготовительные холодильники сооружают в районах заготовок продуктов (молока, яиц, фруктов) для первоначальной термической обработки и краткосрочного хранения их до отправки в районы потребления.

Распределительные холодильники предназначены для хранения сезонных запасов пищевых продуктов, поступающих из производственных и заготовительных холодильников. Их сооружают в промышленных центрах для планомерного снабжения населения широким ассортиментом продуктов в течение всего года. Распределительные холодильники сооружают емкостью 500...35000 т. При холодильниках часто устраивают льдозаводы, фабрики мороженого, цеха для замораживания фруктов и овощей, а также для расфасовки продуктов. Такие холодильники называют хладокомбинатами. Для непродолжительного хранения продуктов в процессе реализации применяют торговые холодильники: базовые емкостью 100...300 т (при продовольственных базах) и мелкие торговые холодильники (непосредственно на предприятиях общественного питания и в продовольственных магазинах). В целях сохранения высокого качества продуктов при транспортировании на малые и большие расстояния применяют холодильный транспорт.

Транспортно-экспедиционные холодильники необходимы для связи водного хладотранспорта с железнодорожным и авто-

мобильным. Холодильники этого типа (например, портовые) нередко выполняют функции распределительных, а также производственных холодильников.

6.2 Объемно – планировочные решения холодильников

Холодильники - это одноэтажные или многоэтажные здания, представляющие собой железобетонный каркас (включающий межэтажные перекрытия, покрытие и колонны) и наружные самонесущие стены.

Нагрузка от продуктов и железобетонных перекрытий многоэтажного холодильника полностью воспринимается колоннами и через фундамент передается па грунт. В одноэтажном холодильнике основная нагрузка (от продуктов) непосредственно распределяется на грунт, на колонны же приходится только сравнительно небольшая нагрузка – от верхнего покрытия и от сысoproдуктов, охлаждаемых и замораживаемых на подвесных путях. Стены холодильника, кроме собственного веса, никакой дополнительной нагрузки) не воспринимают. Для уменьшения притока тепла и влаги из внешней среды \ внутрь здания все ограждения холодильника имеют непрерывную по всей 1 поверхности термо- и пароизоляцию. При сооружении железобетонных каркаса и ограждений широко используют сборные железобетонные конструкции, унифицированные изделия и местные строительные материалы.

При планировке холодильника важно предусмотреть удобное расположение холодильных камер, грузовых лифтов, вестибюлей, коридоров, платформ с целью создания технологического потока и удобства выполнения грузовых работ. Для уменьшения расхода холода камеры располагают таким образом, чтобы разность температур между ними была как можно меньше. Кроме основных холодильных камер (охлаждения, замораживания и хранения) предусматриваются вспомогательные - сортировочная, экспедиция, краткосрочного хранения дефектных грузов и другие в зависимости от типа холодильника. Холодильник планируют в соответствии с сеткой колонн (для многоэтажных холодильников – 6*6 м, для одноэтажных - 6x12 м). Вестибюли, лестничные клетки, грузовые лифты объединяют в

один неохлаждаемый блок, расположение которого зависит от общей планировки холодильника.

Для выполнения грузовых операций устраивают вдоль холодильника железнодорожную и автомобильную платформы. В последнее время начали применять охлаждаемые платформы, закрытые со всех сторон, с температурой воздуха около 10°C. Платформы и первый этаж холодильника оборудуют подвесными путями.

Крупные распределительные холодильники емкостью свыше 10000 т строят многоэтажными (5...7 этажей); высота этажей - от 3,1 до 4,5 м. Достоинства многоэтажных холодильников заключаются в значительном сокращении площади застройки; уменьшении наружных теплопритоков (на 30...40 %) вследствие уменьшения поверхности здания; снижении потерь продукта из-за усушки; устранении опасности промерзания грунтов (на нижнем этаже мешаются продукты, не требующие отрицательных температур).

Одноэтажные холодильники имеют свои достоинства. В них при высоте 7 0.. 7,5 м возможна большая нагрузка на фунт — до 4000 кг/м² (вместо предельно допустимой нагрузки 2000 кг/м на перекрытие многоэтажного холодильника); строительные конструкции одноэтажных холодильников легче проще и дешевле, строятся они в 2...3 раза быстрее; более крупная сетка колонн и возможность сооружения холодильников шириной до 30 м без колонн позволяют применять крупногабаритные механизмы для комплексной механизации грузовых работ; имеется удобный фронт загрузки и разгрузки вагонов благодаря большой длине холодильника; отсутствуют лифты, лестничные клетки, коэффициент использования площади - более высокий. Для уменьшения теплопритоков и усушки продуктов в одноэтажных холодильниках применяют усиленную тепловую изоляцию.

Распределительные холодильники емкостью до 10000 т строят преимущественно одноэтажными. Камеры в холодильнике располагают в трех отсеках. Для обеспечения грузового потока между камерами и платформами предусмотрены два коридора.

Планировка производственных холодильников зависит от типа предприятия и расположения других цехов, связанных с

холодильником в технологическом процессе. Холодильники мясокомбинатов могут иметь 5...7 этажей. Этажность и планировка должны гармонизировать с расположением мясо-жирового, колбасного и других цехов.

Разработаны типовые проекты мясокомбинатов с одно- и четырехэтажными холодильниками. При одноэтажном мясокомбинате производительностью до 20т мяса и 3т колбасных изделий в смену запроектирован одноэтажный холодильник емкостью 1000т. В холодильнике камеры охлаждения, замораживания и холодильного хранения расположены в соответствии с направлением основного потока продуктов. В камерах поддерживают пониженные температуры: для хранения - от 0 до -23°C, в морозилках - до -40°C. Широко распространены холодильники емкостью 50...100т, предназначенные для небольших населенных пунктов населенных пунктов, торговых баз, сельскохозяйственных предприятий (рисунок 6.1).

Холодильник на 50 т имеет камеру хранения замороженных грузов, камеру с универсальным температурным режимом (от 0 до -12°C) и камеру подмораживания с температурой от -12 до -15°C.

В арочном холодильнике роль несущих конструкций выполняют охлаждающие батареи, имеющие форму арок. Стоимость сооружения таких холодильников значительно ниже, чем холодильников с железобетонным каркасом.

Обычно в холодильниках выполняется достаточно большой объем погрузочно-разгрузочных работ, а также перемещение грузов внутри холодильника. Для механизации этих работ в холодильниках применяются малогабаритные аккумуляторные электропогрузчики, штабелеукладчики, электротележки и другие механизмы.

Пакетирование грузов является основным условием применения комплексной механизации. Грузы, предназначенные для выдачи, подготавливают пакетами в экспедициях. Поступающие в изотермических вагонах непакетированные грузы пакетируют на поддонах одновременно с выгрузкой, применяя дополнительные механизмы. Для подъема грузов на верхние этажи используют лифты. В одноэтажных холодильниках грузовые

операции проще, так как в них грузы перемещают только по горизонтали.

Эффективность процесса холодильной обработки и хранения пищевой продукции в большей степени зависят от термического сопротивления изоляционных конструкций, уровня температуры в камере и точности ее поддержания, способа циркуляции воздуха, объема и величины загрузки холодильных камер.

Холодильники из легких металлических конструкций (ЛМК), а также технологические аппараты специального назначения обеспечивают интенсификацию процессов холодильной обработки пищевой продукции.

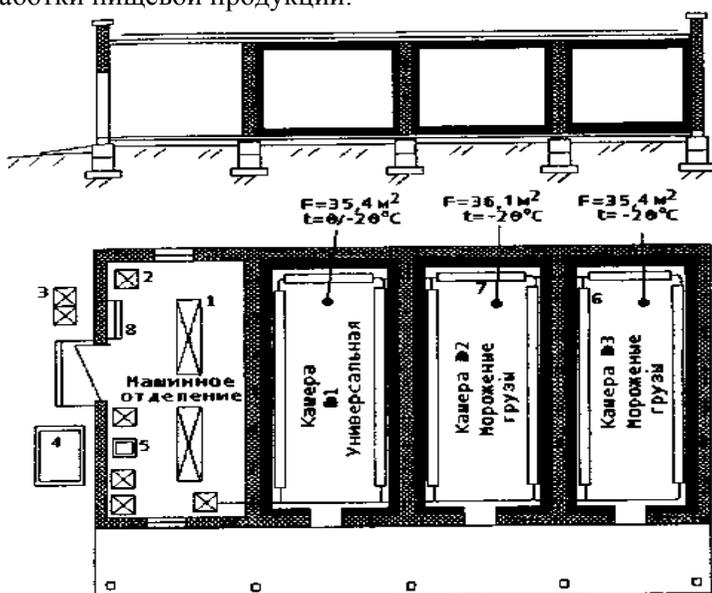


Рисунок 1 - Холодильник распределительный вместимостью 50 т: 1 ~ холодильная машина; 2 - насос центробежный; 3 - градирня; 4 - бак для рассола; 5 - бак для воды; 6 - батарея рассольная с поверхностью охлаждения 20 м; 7 - батарея рассольная с поверхностью охлаждения 9 м; 8 - щит управления

Для сельскохозяйственных предприятий отечественной промышленностью выпускается термосклад АТТ-120, предназначенный для хранения пищевых продуктов (мяса, фруктов, овощей и т.п.) в диапазоне температур от $+10$ до $+25^\circ\text{C}$.

Кроме основных помещений, в которых происходят охлаждение, замораживание, хранение и т.д. в состав холодильника входит машинное отделение, состоящее из компрессорного зала, аппаратного отделения, трансформаторной подстанции, вспомогательных и бытовых помещений.

Машинное отделение проектируют после выбора основных элементов холодильного оборудования - компрессоров с электродвигателями, конденсаторов, испарителей, насосов для воды и рассола и вспомогательной аппаратуры. Машинное отделение часто располагают в пристройке к корпусу холодильника.

Одна из продольных стен машинного отделения примыкает непосредственно к холодильнику, сбоку размещают трансформаторную подстанцию, а противоположную сторону оставляют для расширения или расположения подсобных помещений. Такая планировка обеспечивает хорошую освещенность машинного отделения. Для использования стандартных строительных элементов ширину машинных отделений, располагаемых в пристройках, принимают до 12 м кратной 6, а сверх этого - кратной 3. При определении высоты машинного отделения (не менее 4 м) учитывают высоту самих машин, возможность монтажа и ремонта оборудования, а также размещения подъемных механизмов, облегчающих выполнение монтажных и ремонтных работ (краны-балки, мостовые краны и т. п.).

В компрессорном зале размещают холодильные компрессоры с электродвигателями, промежуточные сосуды, иногда отделители жидкости (в зависимости от схемы установки), регулируюшую станцию, электрощит, приборы автоматики.

Аппаратное помещение холодильников с подвалом располагается под компрессорным залом для самотечного слива аммиака из системы. В нем устанавливают теплообменные аппараты, ресиверы, насосы и вспомогательное оборудование. Высота помещения должна быть не менее 3 м. В небольших машинных отделениях все холодильное оборудование размещают в одном помещении. Для аппаратов, если необходимо, устраивают приямки.

При ограниченной площади строительного участка машинное отделение включают в контур первого этажа основного здания. При включении машинного отделения в контур холо-

дильника уменьшается длина коммуникаций; одновременно сокращается полезная площадь первого этажа холодильника, несколько осложняются строительные конструкции здания вследствие расположения отапливаемых помещений в холодном контуре.

Устройство машинного отделения и размещение оборудования в нем осуществляют в соответствии с правилами по технике безопасности па холодильных установках. В целях уменьшения капитальных затрат на строительство оборудование машинного отделения необходимо располагать компактнее. Оснащение желательно размещать по ходу хладагента (или рассола, воды, пара), как предусмотрено схемой. В таком случае длина соединительных трубопроводов получается минимальной.

Для удобства обслуживания регулирующая станция, а также машины и аппараты, требующие наблюдения, должны быть установлены в наиболее освещенных местах. Общий фронт обслуживания компрессоров должен быть как можно меньшим. Важно предусмотреть удобства в отношении ремонта оборудования, замены отдельных частей, очистки теплообменной поверхности аппаратов. Для бескрейцкопфных компрессоров нужно оставлять место для выемки вала из картера. Промежуточные сосуды (в некоторых установках и отделители жидкости) размещают у стен или простенков между окнами. При этом должен быть обеспечен доступ к запорной арматуре и приборам автоматики. Горизонтальные кожухотрубные аппараты (конденсаторы, испарители) и ресиверы можно закреплять один над другим на металлических или железобетонных опорах. Кожухотрубные вертикальные конденсаторы размещают вне машинного отделения - постаменте. Возле него устанавливают линейный ресивер, маслоотделитель и маслосорбник.

Разводка трубопроводов может быть верхняя или нижняя. Для небольших установок более целесообразна первая. Для установок большой производительности верхняя разводка трубопроводов затрудняет применение подъемно-транспортных механизмов, используемых при монтаже и ремонте оборудования. Нижнюю разводку осуществляют путем крепления трубопроводов к потолку аппаратной, расположенной в подвале под компрессорным залом. При отсутствии подвала устраивают про-

ходные вентилируемые тоннели под полом компрессорного зала (высотой не менее 1,9 м), где размещают магистральные трубопроводы с соответствующей арматурой для перекомпрессоров при работе на разные температур;

6.3 Оборудование холодильников

Для поддержания необходимой температуры в охлаждаемых помещениях применяется специальное холодильное оборудование, которое может располагаться как полностью внутри холодильника, так и раздельно в холодильнике и машинном отделении.

К первому типу оборудования относятся холодильные и скороморозильные установки различного конструктивного исполнения и производительности.

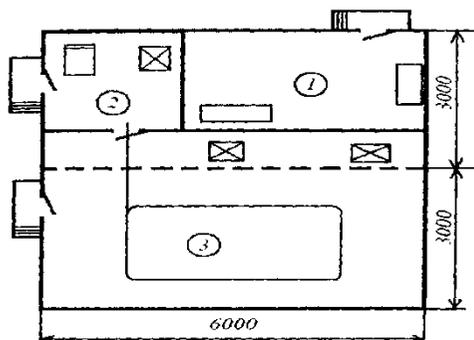


Рисунок 2 - План расположения помещения холодильника вместимостью 2,5 т: 1 - машинное отделение с мастерской; 2 - приемная-весовая; 3 - камера хранения с подвесными путями

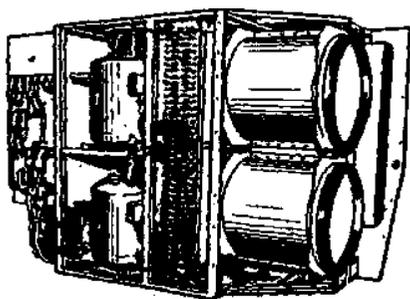


Рисунок 3 - Холодильная установка УН-4

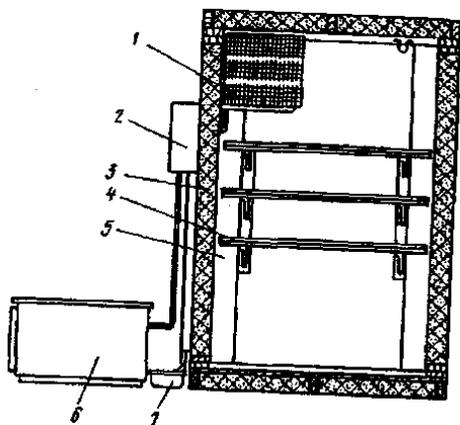


Рисунок 6,4 - Камера КХК-2-3,0. ; 1- воздухоохладитель; 2 щит питания 3 панель левая 4 полка, 5 швеллер крепления полок; 6 машинное отделение 7- поддон для сбора конденсата

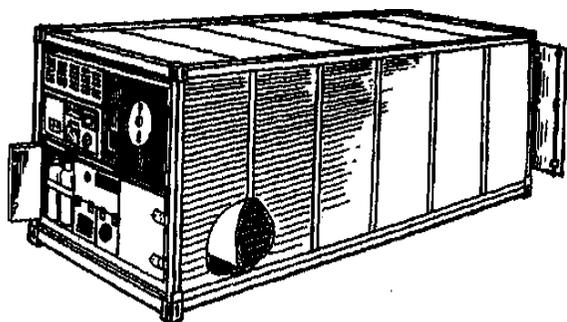


Рисунок 6.5 - Рефрижераторный контейнер с регулируемой газовой средой

Сборная среднетемпературная холодильная камера КХС-1 предназначена для кратковременного хранения упакованных охлажденных пищевых продуктов на полках-решетках и в контейнерах. Работа таких машин, оттаивание снеговой «шубы» с поверхности испарителей и выпаривание конденсата осуществляются в автоматическом режиме.

Аппарат ЯЮ-АЗА-01 предназначен для замораживания россыпью ягод с плотной оболочкой, а также зеленого горошка, картофеля и овощей для гарнира. Состоит из привода, вентиляторов, лотков, воздухоохладителя, замораживающего барабана и теплоизолированной камеры. Продукт поступает через загрузочное окно по лотку, расположенному в теплоизолированной камере. На лотке он обдувается воздухом от центробежного вентилятора ВЦ14-46-2-01А, подсушивается, подмораживается и

направляется в перфорированный барабан, вращающийся от привода вокруг своей оси, и окончательно замораживается до -10...-12°C. В торцевой стене барабана имеется окно для выгрузки по лотку замороженного продукта. Производительность ЯЮ-АЗА-01 составляет 100...150 кг/ч.

Для охлаждения, хранения и транспортировки потребителю скоропортящейся продукции широко применяются различные фургоны-, контейнеры - и прицепы - рефрижераторы с температурой воздуха в камерах (в зависимости от используемого холодильного агрегата) от -5 до-15°C.

Контейнер-рефрижератор РК-1М обеспечивает кратковременное хранение предварительно замороженных продуктов и их сохранность при перевозке всеми видами транспорта в течение нескольких суток при отключении электропитания за счет аккумуляторов холода. Полезный объем РК-1М составляет 1,7 м³ при максимальной полезной нагрузке 1 т.

Одним из перспективных направлений в развитии холодильного транспорта является использование транспортных средств, оборудованных системами охлаждения в регулируемой газовой среде (с применением азота).

Рефрижераторный контейнер с регулируемой газовой средой для транспортирования и временного хранения скоропортящейся продукции (рисунок 6) обеспечивает сохранность ее питательных веществ, вкусовых качеств и товарного вида в течение длительного времени. Представляет собой теплоизолированный и герметизированный контейнер, укомплектованный холодильно-нагревательной установкой для автоматического поддержания заданного температурного режима внутри контейнера, системами по обеспечению влажности и созданию регулируемой газовой среды (РГС) внутри контейнера, источником питания.

Система РГС создает инертную (азотную) среду путем уменьшения процентного содержания кислорода и углекислого газа, что позволяет: значительно снизить интенсивность «дыхания» плодов и овощей и, тем самым, предупредить их преждевременное перезревание и старение; способствует длительному сохранению устойчивости к микробиологическим физиологическим заболеваниям; снимать и сохранять урожай, достигший

стадии полного созревания; увеличить срок хранения продукции в 6...8 раз по сравнению с обычными рефрижераторами. Рефрижераторный контейнер устанавливается на шасси КамАЗ-53212. Грузоподъемность контейнера составляет 7 т, а объем грузового отсека 24,2 м³.

Отечественной промышленностью выпускается не имеющая аналогов в мире передвижная холодильная установка с пневмохранилищем «Вымпел ФХ-80П» (рисунок 7). В состав станции входят: передвижная холодильная установка, транспортная установка, система воздухонаполнения, пневматическое сооружение «Вымпел-12», воздухопровод подачи, воздухопровод возврата и кабель ввода энергии. Холодильная машина размещена на автоприцепе, а пневмохранилище, транспортируемое в свернутом виде, - на втором прицепе. В рабочем положении пневмохранилище «Вымпел-12» соединяется с холодильной машиной резиноканевыми воздухопроводами, через которые охлажденный воздух поступает в него. Внутри хранилища давление воздуха атмосферное.

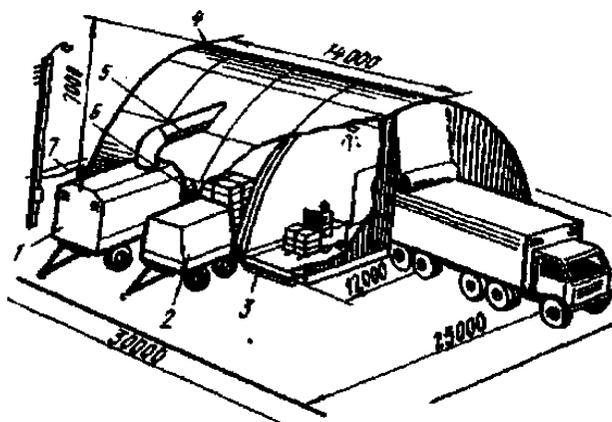


Рисунок 7 - Передвижная холодильная установка с пневмохранилищем «Вымпел ФХ-80П»: 1 - передвижная холодильная установка; 2 - транспортная установка; 3 - система воздухонаполнения; 4 - пневматическое сооружение «Вымпел-12»; 5 — воздухопровод подачи; 6 — воздухопровод возврата; 7 - кабель ввода энергии.

Комплекс является мобильным и может за сезон несколько раз перемещаться в пределах хозяйства (предприятия), района и области. Ввод комплекса ФХ-80П в действие, включая возведение пневмосооружения, осуществляется за 4...6 часов. Станция может обеспечивать как проведение предварительного охлаждения плодоовощной продукции, так и ее краткосрочную поддержку (или накопление) до отгрузки в рефрижераторный транспорт. При вместимости хранилища в 80 т, потребляемой мощности в 45 кВт и периоде охлаждения от 10 до 24 ч комплекс ФХ-80П за один сезон в среднем может охлаждать 2600..3000 т сырья.

Кроме холодильных установок для создания холода и поддержания температурного режима холодильного хранения используются холодильные машины, компрессорно-конденсаторные агрегаты с воздухоохладителями или батареями и др.

Холодильные машины МХВ6-2-4, МКВ4-1-2, МВВ4-1-2, МХВ4-1-2, МХВ6-2-4, МХВ5-1-2 поддерживают температуру в стационарных и сборных холодильных камерах в диапазоне от +2 до -18°С. Например, машина МХВ6-2-4 обеспечивает поддержание температуры -18°С в камере объемом до 20 м³ и температуры +2°С в камере объемом до 40 м.

Все машины комплектуются испарительными батареями или воздухоохладителями, щитом управления, трубопроводами, комплектом монтажных частей и документацией. Работают они автоматически и обеспечивают поддержание необходимой температуры в камерах за счет пуска и остановки компрессоров. Для холодильных систем фруктоовощехранилищ, холодильников, мясо- и молкомбинатов, а также в сельскохозяйственных предприятиях применяются постаментные и подвесные воздухоохладители.

Подвесные воздухоохладители предназначены для создания температурных режимов в камерах холодильного хранения пищевых продуктов. Эти аппараты обладают улучшенными аэродинамическими показателями. Подвесные воздухоохладители типа Я10-АВ2 состоят из испарительных батарей, вентиляторных узлов и поддонов с обогреваемыми змеевиками. Применяемый хладагент - аммиак. Циркуляция воздуха в камере обес-

печивается двумя вентиляторами. Максимальная допустимая толщина инея - 4 мм. Для удаления его используются горячие пары аммиака.

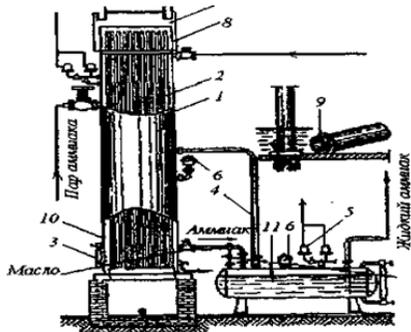


Рисунок 8 - Вертикальный кожухотрубный конденсатор: 1 - вертикальный цилиндрический кожух; 2 - трубы; 3 - указательное стекло; 4 - уравнивательная паровая трубка; 5 - предохранительные клапаны; 6 - манометр; 7 - водораспределительное устройство; 8 - внутренняя обечайка; 9 - направляющая насадка (колчачок); 10 - патрубков; II - ресивер

Постаментный воздухоохладитель типа Я29-ФВП предназначен для охлаждения воздуха в камерах замораживания мяса с применением последовательноспутного воздухораспределения. Состоит из блока батарей, блока вентиляторов, оросителя и поддона. Ороситель служит для интенсификации процесса оттаивания снеговой шубы с поверхности батарей за счет орошения поверхности водой, поддона для сбора и удаления талой воды. Циркуляция воздуха осуществляется двумя вентиляторами.

Для охлаждения и конденсации паров холодильного агента применяется специальный теплообменный аппарат - конденсатор. По роду охлаждающей среды различают конденсаторы с воздушным (ребристомеевиковые и листотрубные с принудительной и естественной циркуляцией воздуха), водяным (горизонтальные и вертикальные кожухотрубные (рисунок 6.8), кожухомеевиковые) и водовоздушным охлаждением (оросительные (рисунок 6.9) и испарительные). Конденсаторы с водяным охлаждением имеют интенсивную теплопередачу и компактную конструкцию. Однако в условиях эксплуатации часто воздушное охлаждение конденсатора является более целесообразным (простота монтажа, эксплуатации и экономия воды).

К вспомогательным аппаратам, обеспечивающим работу основного холодильного оборудования, можно отнести маслоотделители и масло собиратели, ресиверы, переохладители и

теплообменники, отделители жидкости и промежуточные сосуды, фильтры и осушители, воздухоотделители, а также насосы, вентиляторы и устройства для охлаждения рециркулирующей (оборотной) воды.

Все вспомогательные устройства создают благоприятные условия для длительной и бесперебойной эксплуатации установки, а также способствуют повышению экономичности работы.

Контрольные вопросы:

Каково назначение холодильников? Как по назначению классифицируются холодильники? Какие холодильники называются хладокомбинатами? Какие требования предъявляются к холодильникам? Какая изоляция применяется в холодильниках? Где располагают холодильники в мясоперерабатывающих предприятиях? Из каких отделений состоят холодильники для хранения мяса? Из каких помещений состоит машинное отделение? Где в холодильниках размещают кожухотрубные аппараты? Перечислите основные виды холодильников. Что входит в машинное отделение холодильника? Какое оборудование применяется в холодильниках для погрузочно -разгрузочных работ? Какие холодильные установки используются в холодильниках?

Практическое занятие №7

Тема: Устройство и оборудование картофеле- и овощехранилищ.

Цель работы: Изучить устройство и оборудование картофеле- и овощехранилищ, освоить методику расчета интенсивности вентиляции.

7.1 Способы хранения и размещения продукции в хранилищах

Различают следующие способы хранения продукции:

-холодильное;

-холодильное с регулируемой газовой средой (РГС) в условиях, когда осуществляются контроль и регулирование параметров газовой среды, образованной как жизнедеятельностью

плодоовощной продукции, так и путем использования специальных установок;

- при активной вентиляции, в том числе с применением биологических и химических средств защиты;

- при активной вентиляции с использованием искусственного холода;

- при общеобменной вентиляции с использованием естественного или искусственного холода, в том числе в полиэтиленовых упаковках с газоселективными мембранами.

При складировании продукции россыпью температурно-влажностный режим в насыпи регулируют принудительным вентилированием наружным, внутренним воздухом или их смесью. Расход воздуха в зонах с зимними расчетными температурами -20 и -30°C в лечебный и в период охлаждения (расчетный) должен быть не менее 100 и $70 \text{ м}^3/\text{ч}$ для семенного картофеля, 70 и 50 - для продовольственного картофеля и корнеплодов, 150 и $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ - для капусты, лука. В основной период хранения расход воздуха уменьшают в 2 раза.

До реализации основного периода хранения необходимо выдержать температурно-влажностные параметры среды хранения и их оптимальную продолжительность для соответствующих видов продукции. Картофель должен проходить лечебный период, лук - просушку.

Хранение лука всех генераций без листьев предусматривает поддержание, кроме основного периода хранения, периодов просушки и охлаждения.

Просушка наружных чешуи до влажности $14\text{...}16\%$ осуществляется в секциях хранения подачей в насыпь продукции подогретого до $25\text{...}30^{\circ}\text{C}$ воздуха. Продолжительность сушки не должна превышать 72 ч. Допускается досушивать вызревший здоровый лук наружным воздухом, подогретым на $3\text{...}5^{\circ}\text{C}$ при интенсивности вентилирования $250 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{т}$ в течение шестивосьми суток. Максимально допустимая температура вентиляционного воздуха на входе в насыпь 35°C . Просушивают лук с листьями при температуре вентиляционного воздуха $30\text{...}35^{\circ}\text{C}$ и интенсивности вентилирования не менее $350 \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{т}$.

Охлаждают лук вначале до минимальной температуры наружного воздуха, а после наступления устойчивых холодов и

при хранении с искусственным холодом - до температуры основного периода хранения.

Лук-севок, лук-выборок и лук-матку после просушивания прогревают при 45...47°C в течение 10...12 ч партиями.

Лук с листьями просушивают при температуре вентиляционного воздуха 30...35°C и интенсивности вентиляции 350 м³/ч-т.

Охлаждают в два этапа; в начале до 18...25°C, при наступлении отрицательных температур наружного воздуха - до температуры хранения. При искусственном охлаждении температуру до расчетных значений снижают сразу.

В период хранения при длинных оттепелях и весной в хранилищах без искусственного холода температуру поднимают до 18...25°C. Время перехода от одного режима на другой должно быть минимальным во избежание яровизации. Считается, что общая продолжительность пребывания при 0...17°C не должна превышать 15 дней. Перед посадкой лук прогревают в течение двух недель при 18...20°C.

Температуру овощей снижают в возможно короткие сроки (не более 15 суток) независимо от способа охлаждения.

Улучшить сохранность овощей и картофеля можно путем обработки их поверхности консервантами или антисептирования среды хранения.

В помещениях хранения картофель и овощи складировуют россыпью (навалом) или в таре. Россыпью хранят продукцию, идущую в основном на продовольственные цели и промышленную переработку. Преимущества этого способа - его доступность, низкая удельная стоимость помещений хранилищ; недостаток — сложность размещения мелких партий продукции.

В таре, как правило, содержат семена элитного картофеля, семенники овощных культур, фрукты, а картофель и овощи - в комбинированных хранилищах сравнительно малой вместимости (не более 1000 т). Контейнерный способ хранения предпочтителен тем, что продукция проще размещается по сортам, репродукциям и фракциям, ограничивается распространение болезней, обеспечивается высокая производительность труда. При этом способе после укладки клубней все последующие операции осуществляют с тарой. Основные недостатки контейнерного

способа хранения — значительные капиталовложения в тару, сопоставимые со стоимостью хранилища.

Возможна комбинация этих двух способов складирования. Она доступна только крупным предприятиям, так как требует двух видов специализированного оборудования для механизации технологических процессов.

При выборе способа складирования продукции необходимо учитывать все факторы - стоимость хранилища, качество закладываемой продукции, урожайность (для семенной продукции), затраты труда на доставку и внутреннюю транспортировку продукции, производительность труда, энергоёмкость производства и др.

Картофель и овощи разных хозяйственно-биологических сортов, репродукций, а также требующие различных температурно-влажностных условий, как правило, хранят отдельно. В одном помещении допускается вместе хранить следующие виды овощей: лук и чеснок; картофель и свеклу; морковь, свеклу и редьку. Картофель и овощи хранят отдельно от фруктов, так как при совместном хранении их качество ухудшается. Хранение осуществляют в полной темноте, за исключением картофеля. Имеются данные, что при рассеянном свете сохранность семенной фракции повышается за счет накопления соланина в клубнях верхнего слоя, находящегося в самых неблагоприятных условиях. В условиях искусственного освещения у большинства сортов продовольственной капусты повышается устойчивость кочанов к серой гнили. Листья кочанов лежких сортов на свету не поражаются этой болезнью.

Высоту насыпи маточных корнеплодов принимают 2,8 м, продовольственных и лука всех генераций - 3,6, картофеля - 5, а штабеля - 5...5,5 м. На практике высоту насыпи корректируют с учетом качества продукции, а также технического состояния систем активного вентилирования. Проходов и проездов в камерах не предусматривают. За грузовой дверью оставляют площадку размерами, обеспечивающими маневрирование погрузчиков.

Максимальная вместимость одного помещения хранения при складировании продукции россыпью: для лука всех регенераций - 250 т, семенного картофеля - 500, капусты - 750, продовольственного картофеля и корнеклубнеплодов - 1000 т. Вме-

стимость помещений хранения кормовых корнеплодов и картофеля не ограничивается. В отечественной практике проектирования эта величина не превышала 4000 т. Вместимость холодильных камер и камер с РГС следует принимать в зависимости от номинальной вместимости холодильника. При вместимости холодильника 500...2000 т вместимость камеры не превышает 300 т, а при общей вместимости до 5000 т - не более 600 т.

Вместимость отдельных помещений хранения ограничивают из-за возможности распространения болезней, необходимости создания в сжатые сроки равномерного температурно-влажностного режима и поддержания его в допустимых пределах при выгрузке продукции.

7.2 Классификация хранилищ

Картофеле- и овощехранилища представляют собой сооружения, предназначенные для длительного хранения картофеля и овощей в свежем виде.

Здания для хранения плодов и овощей, картофеля и корнеплодов в соответствии с нормами технологического проектирования ОНТП-6-88 классифицируют по следующим основным технологическим признакам: назначению, видам продукции, способам ее складирования и создания микроклимата.

По отношению к планировочной отметке капитальные хранилища бывают наземными, полузаглубленными, заглубленными и подземными. В наземных зданиях отметка пола превышает планировочную отметку земли на 0,15...0,2 м. С позиций устройства эффективной и удобной в исполнении теплоизоляции стен и пола по контуру здания разницу в отметках предпочтительно увеличить до 0,3 м. В отечественной практике известны единичные примеры проектных решений хранилищ с превышением отметки пола над планировочной отметкой 0,6 м. В России и за рубежом наземные хранилища получили массовое распространение благодаря удобной транспортной связи внутреннего объема здания с внешней средой, а также на основаниях с высоким уровнем грунтовых вод.

Полузаглубленными считают здания, расстояние от пола которых до планировочной отметки не превышает половины высоты стены. В практике строительства хранилищ более 50%

построек предыдущего поколения были полузаглубленными. В заглубленных зданиях участок стены, контактирующий с грунтом, превышает половину высоты стены хранилища. Примеры заглубленных хранилищ единичны. Такие здания строили преимущественно в зонах Q расчетной зимней температурой наружного воздуха - 40°C и ниже. Преимущество полу- и заглубленных хранилищ состоит в том, что они имеют более стабильный микроклимат: температура воздуха в них в весенний и осенний периоды ниже, чем в наземных, они требуют меньше теплоизоляционных материалов благодаря обвалованию стен грунтом, в том числе на полную их высоту. В этом случае роль теплоизоляции выполняет грунтовая засыпка.

К основным помещениям хранилищ относят помещения хранения (камеры, секции), приема и обработки продукции, в том числе послеуборочной и предпосадочной (семенной) и товарной (продовольственной). В группу помещений подсобного назначения входят помещения поддержания режимов хранения, механизации и автоматизации технологических процессов. Вспомогательными являются помещения административно-технического назначения и культурно-бытового обслуживания трудящихся, лаборатории.

Хранилища семенной продукции специализированы по ее биологическим видам: картофелю и маточникам сахарной и столовой свеклы, моркови, капусты, репы, редьки, брюквы, лука-севка и лука-выборка. Другими словами, эти хранилища являются объектами хранения одновидовой продукции. К ним можно отнести, например, хранилища семенного картофеля, в которых складывают на длительное время только один вид продукции - семенной картофель, или хранилища кормовых корнеплодов - в них хранят кормовые корнеплоды либо фуражный картофель.

Хранилища продовольственного назначения, наряду со специализированными по отдельным видам, например, продовольственному картофелю, моркови, капусте, могут быть и многоцелевого использования - в них хранят в изолированных помещениях несколько видов продукции и называют комбинированными.

В комбинированных хранилищах, нашедших массовое распространение в стране, известны следующие сочетания про-

дукции: картофель (46%), капуста (23), свекла, лук, морковь (по 5), яблоки (13); морковь (33), капуста (67); картофель (46), капуста (23), морковь (15), свекла (16) или в охлаждаемых помещениях в межсезонный период ранние картофель (35), капуста (44), яблоки (21 %). Как видим, определенные зависимости объемов от вида хранимой продукции не прослеживаются.

По способам складирования хранилища бывают *навалъные* и *контейнерные*. Первый тип предназначен для складирования продукции россыпью -картофеля семенного, продовольственного, фуражного и технического, продовольственных и маточников моркови, капусты, репы, брюквы, редьки, лука и чеснока. В контейнерных хранилищах продукцию содержат в таре.

Хранилища со складированием продукции россыпью можно разделить на следующие виды: *закромные* (емкость отсеков 100 т и более), *секционные* (не более 250 т), *зального* типа (продукция хранится в едином массиве).

Закромные хранилища были широко распространены до 1978-1980 гг.

Продукция в них хранилась в отдельных отсеках емкостью 60... 100 т, расположенных в общем контуре здания и не изолированных выше насыпи от других закромов. Одну из разновидностей закромного способа хранения представляют бункерные хранилища. Достоинство таких хранилищ - наличие значительного числа отсеков, позволяющих складировать продукцию мелкими партиями, загружать или выгружать ее независимо от остальной части. Их недостатки: нерациональное использование производственных площадей, повышенная материале- и трудоемкость возведения и, соответственно, стоимость здания, невозможность поддержания в каждом отсеке своего микроклимата.

По способам создания микроклимата хранилища подразделяют: с естественной или принудительной вентиляцией, в том числе с естественным холодом; с естественным проветриванием или принудительной вентиляцией, в том числе с искусственным холодом; холодильники; холодильники с регулируемой газовой средой.

В хранилищах с естественной вентиляцией, когда тепло хранимой в насыпи продукции отводится за счет движения воз-

духа под действием температурного перепада, складывают картофель и овощи слоем не более 1,5...2,0 м. Их ограниченное применение заключается в том, что активно влиять на процессы хранения в насыпи, в первую очередь, на температуру, практически невозможно.

Хранилища с принудительной (в отечественной практике широко распространен термин «активной») вентиляцией являются прогрессивным типом. Использование активного вентилирования позволяет длительно хранить продукцию с естественным холодом в условиях, близких к оптимальным, для продолжения ее жизнедеятельности с минимальными потерями питательных веществ. По этой причине такие хранилища получили массовое распространение. Применение искусственного холода делает процесс хранения полностью не зависящим от внешних климатических факторов.

Хранилища картофеля и овощей с искусственным охлаждением следует использовать в зонах с расчетной зимней температурой наружного воздуха -20°C и выше. Овощехранилища во всех климатических зонах желательно снабжать холодильными установками, что позволит осенью быстро охлаждать продукцию и в короткие сроки переходить на основной режим хранения.

Хранилища с естественным проветриванием отличаются малой насыщенностью инженерного оборудования или его отсутствием. Проветривают помещение регулированием площади отверстий в продольных стенах здания и потолке. Продукция хранится в таре. Воздухообмен осуществляется за счет свободного конвективного теплообмена. В последнее время пришли к выводу, что более рациональной организации воздухообмена достигают при использовании побудителя тяги в сочетании с регулированием площади вентиляционных проемов. Эксплуатация таких хранилищ требует квалифицированного обслуживающего персонала и «мягкого» климата в зимнее время. Хранилища с принудительной общеобменной вентиляцией предназначены преимущественно для хранения картофеля в таре.

Холодильники (охлаждаемые хранилища) в отличие от хранилищ, в которых рекомендуется максимально использовать естественный холод, оборудуют техническими устройствами

искусственного охлаждения, а при хранении овощей и фруктов в регулируемой газовой среде - герметичными камерами и специальными установками поддержания газовой среды. Хранилища по способу использования собственных энергетических ресурсов хранимой продукции для опорожнения емкости разделяют на здания с гравитационной выгрузкой, когда емкость опорожняется за счет сил гравитации с использованием внешних источников воздействия — гидросмыва и подборщиков при навальном способе хранения продукции, дизельных или электрических погрузчиков - при контейнерном хранении; комбинированные сочетающие элементы обоих способов, например, при выгрузке картофеля ленточными транспортерами через каналы систем активного вентилирования.

Хранилища с гравитационной выгрузкой — это в основном бункерные хранилища, хранилища с наклонным днищем при хранении продукции в одном сплошном массиве или полами в случае устройства одно- и многоярусных (по высоте здания) закровов. Информация об этих хранилищах имеется в литературе. Отличительная особенность хранилищ этого типа - использование для загрузки и выгрузки стационарной механизации. Бункера оборудуют устройствами для их «мягкого» заполнения, чтобы снизить повреждаемость продукции.

Основное преимущество хранилищ с гравитационной выгрузкой - возможность выгрузки продукции практически из любого места. Это позволяет рационально распорядиться продукцией при появлении очагов загнивания. Например, продовольственную - реализовать, техническую — переработать в первую очередь, а предназначенную для длительного хранения — переработать и снова заложить на хранение. Возможны полная автоматизация выгрузки, регулирование производительности в значительном диапазоне при крайне малых затратах живого труда.

К недостаткам этого типа хранилищ относятся более сложные их решения в архитектурно-строительной части, системах вентилирования продукции, механизации производственных процессов по сравнению с известными при складировании продукции россыпью на горизонтальных полах. Особенно очевидна проблема побуждения продукции при ее выгрузке

вследствие слеживаемости и в случае прорастания, в первую очередь, в зданиях без искусственного охлаждения продукции.

По виду специфических силовых воздействий, оказываемых на каркас зданий, хранилища условно можно разделить на имеющие статическую нагрузку от хранимой продукции, подвижные нагрузки от кранового оборудования (широко распространено на перерабатывающих предприятиях Германии при слое картофеля 6 м), а также испытывающие воздействия только внешних силовых факторов.

Нагрузку от хранимой продукции на каркас здания целесообразно передавать при слое насыпи 3 м и более. При меньших величинах ее могут воспринять специальные конструктивные элементы здания.

Воздействия внешних силовых факторов испытывают каркасы зданий хранилищ со складированием продукции в таре. Специфическими нагрузками в хранилищах и холодильниках являются нагрузки от технологического оборудования, инженерных коммуникаций, градирен, кабелей, систем автоматического управления микроклиматом.

Величина статической нагрузки от хранимой продукции, воспринимаемая каркасом здания навалых хранилищ, определяется видом хранимой продукции и конструктивным решением стенок, удерживающих засыпку, или наружных стен.

По методам поставки хранилища и холодильники бывают полной заводской готовности, из сборных элементов, построечного изготовления.

Полную заводскую готовность, в том числе под «ключ», имеют хранилища из легких металлических конструкций. Они комплектно поставляются специализированными заводами металлоконструкций.

Сборными элементами заводского изготовления комплектуются железобетонные хранилища, со смешанными каркасами, из клееных деревянных конструкций.

По степени капитальности здания и сооружения для хранения плодов, овощей и картофеля относят к капитальным и временным зданиям. Под степенью (классом) капитальности здания понимают качественную категорию, характеризующую соответствующей долговечностью и устойчивостью его против

физического износа. Условно приравнивается к нормативному сроку службы здания. Возраст (срок существования) здания — период времени с момента ввода в эксплуатацию до его ликвидации (снос, полное разрушение и др.).

Срок службы зданий с полным железобетонным каркасом и стропильными конструкциями из железобетонных балок с неагрессивной средой (хранилища лука, чеснока) условно можно принять 60...70 лет, с агрессивной средой — 50...60 лет. В случае применения в покрытии железобетонных ферм срок службы может быть снижен примерно на 10 лет, а с железобетонным покрытием по стальным фермам — на 20 лет. Долговечность зданий с металлическим каркасом можно считать равной 30 годам при эксплуатации в агрессивной внутренней среде и 40 годам - в неагрессивной среде. Эти сроки службы могут быть приняты в качестве ориентировочных и для хранилищ с каркасом и ограждением из клееных деревянных конструкций.

7.3 Конструкция хранилищ

Здания хранилищ должны отвечать следующим требованиям:

- позволять обеспечивать рациональную организацию технических процессов хранения, товарной обработки, первичной переработки, подготовки продукции к реализации и утилизации отходов производства;
- быть гибкими (в смысле внедрения перспективных технологий хранения и их инженерного обеспечения) и предусматривать в перспективе расширение производства;
- иметь высокие эксплуатационные характеристики, в том числе быть ремонтпригодными, обладать эстетическими свойствами;
- удовлетворять требованиям индустриализации в строительстве, прочности, долговечности, экономичности, пожарной безопасности.

Они должны иметь несложные геометрические формы. Их архитектурный облик должен рационально вписываться в окружающую среду.

Материал стен выбирают с учетом условий эксплуатации ограждения при высокой влажности и возможности осуществле-

ния защитных мероприятий. Выпадение конденсата на поверхностях ограждающих конструкций не допускается.

Перегородки помещений со складированием продукции в таре, примыкающие с двух сторон к транспортному коридору, не должны иметь проемов, располагающихся друг против друга. Их размеры следует принимать не менее 24x2,3 м. Проемы помещений со складированием продукции россыпью, примыкающие к транспортному коридору, рекомендуется принимать равными 3,6x3,6 м в капустохранилищах и 4,2x4,2 м - в остальных типах зданий, при этом следует закрывать их раздвижными воротами.

Магистральные каналы выполняют наземными, подземными или заглубленными. В крайних помещениях хранения каналы целесообразно размещать снаружи зданий. Наземные магистральные каналы, размещаемые в помещениях хранения, не должны резко снижать вместимости зданий. Предпочтительно в качестве магистральных каналов использовать конструктивные элементы, поддерживающие наружные стены зданий.

В конструктивном отношении каналы могут быть выполнены каркасными с применением обшивок из стального листа, пиломатериала, древесностружечных плит, - а также из сборных железобетонных лотковых элементов, монолитного бетона, керамзитобетона, железобетона или сборных железобетонных элементов. Воздухораспределительные элементы покрытия подпольных воздухопроводов могут быть из стального просечного листа, деревянных элементов или железобетонных решетчатых плит либо других специальных элементов, при этом верхняя их поверхность должна совпадать с поверхностью пола. Полы выполняют бетонными и располагают на одном уровне. Для временного хранения овощей применяются бурты и траншеи. *Бурты* представляют собой наземные или слегка углубленные кучи овощей, покрытые для защиты от дождя и промерзания утепляющим материалом (соломой, осокой, камышом и т. п.) и присыпанные слоем земли. Ширина буртов может быть 1,5...2,5 м, высота 1,0...1,5 м в зависимости от вида овощей, длина бурта обычно принимается 10...25 м (рисунок 1).

Овощи укладывают в бурты навалом с тем, чтобы образовать конусообразную насыпь высотой до 1,5 м, считая от дна

котлована, со скатами под углом примерно 45°. Трудно сохраняемые овощи (морковь и др.) укладывают рядами, пересыпая каждый ряд слоем слегка увлажненной земли или песка толщиной 10 мм. Картофель через каждые 200...250 мм пересыпают увлажненной землей слоем 50...70 мм.

Траншеи - это те же бурты, но углубленные в землю на 800 мм и более, загружаемые таким же образом, как и бурты. Траншеи делают с отвесными или слегка наклонными стенками; ширина траншеи 1...1,2 м, длина 10...25 м.

После загрузки в бурты и траншеи овощи укрывают слоем грунта для защиты от дождя, легких заморозков и от нагревания солнцем; с наступлением устойчивой холодной погоды, когда температура в бурте и траншее снизится до 4°C, овощи укрывают соломой, а сверху еще одним слоем земли.

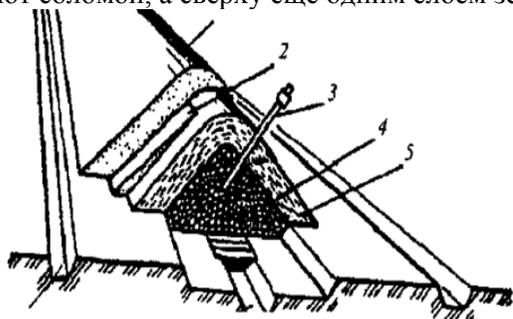


Рисунок 1 - Разрез бурта картофеля: 1 - верхний слой земли; 2 - нижний слой земли; 3 - термометр; 4 - картофель; 5 - солома; 6 - приточный канал; 7 - канава для стока воды

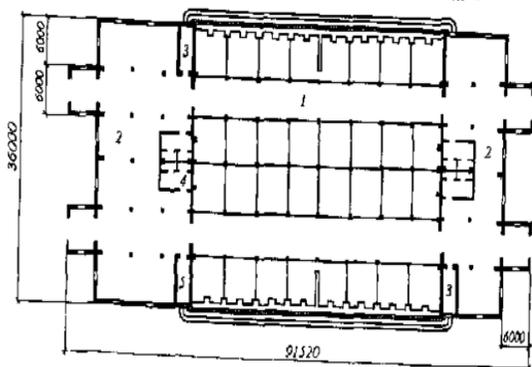


Рисунок 2 - Секционное хранилище семенного картофеля вместимостью 3000 т с активной вентиляцией: 1 - помещение для хранения; 2 - помещения для проращивания; 3 - электроцитовые; 4 - венткамеры; 5 - служебное помещение

Толщину слоев укрытия принимают в зависимости от климатических условий, глубины промерзания грунта и вида

овощей. В центральных районах европейской части России для корнеплодов толщину первого слоя земли в гребне укрытия принимают 200 мм, толщину слоя соломы — 450 мм, толщину второго слоя земли - 100 мм; у основания толщина укрытия несколько больше, чем у гребня.

Вентиляционное оборудование бурта или траншеи состоит из одной горизонтальной решетчатой деревянной трубы квадратного или треугольного сечения с размером каждой стороны 300 мм, проложенной по дну, и вертикальных труб, которые нижними концами примыкают к горизонтальной трубе. Вместо горизонтальной трубы на дне бурта или траншеи может быть выкопана канава глубиной и шириной 200 мм, которую прикрывают хворостом или деревянной решеткой.

Вертикальные трубы делают из досок толщиной 25 мм с просверленными в них отверстиями диаметром не менее 20 мм или из пучков хвороста (фашин). Вертикальные трубы размещают через 4...5 м. Трубы, расположенные по краям, выступают над укрытием бурта или траншеи на 500 мм и заканчиваются железной насадкой. Промежуточные вертикальные трубы оканчиваются в слое соломы. Назначение крайних труб — подводить свежий воздух внутрь бурта и траншеи и распределять его при помощи нижней трубы и промежуточных вертикальных труб по всей массе овощей.

Для устройства буртов и траншей выбирают возвышенный участок, не затопляемый весенними и дождевыми водами, с низким уровнем грунтовых вод и по возможности защищенный от холодных ветров.

Бурты и траншеи размещают на участке с интервалами 7...8 м. При устройстве буртов и траншей на склоне их располагают продольной осью вдоль склона.

В буртах и траншеях можно хранить картофель, капусту и все виды корнеплодов. Хранение связано с серьезными неудобствами, так как овощи нельзя перебирать, осматривать и отпускать частями без риска примораживания остающихся запасов.

В оборудованных (постоянных) хранилищах для картофеля и овощей возможны систематическое наблюдение за качеством овощей, переборка их, регулирование режима хранения.

При устройстве оборудованных хранилищ используют теплоизоляционные свойства земли и по мере возможности заглубляют хранилище в землю, чтобы оградить овощи от сильного охлаждения зимой и перегрева в теплое время года. При этом хранилище не должно затопляться грунтовыми водами и пол его должен быть выше уровня грунтовых вод не менее чем на 1,5 м, что и определяет величину заглубления хранилища.

В заглубленных и полузаглубленных хранилищах значительно уменьшаются теплопотери через стены, а грунт зимой отдает тепло в хранилище, вследствие чего в таких хранилищах наблюдается ровная температура и обеспечивается достаточно устойчивый климатический режим зимой и в теплое время года. Отопление заглубленных хранилищ требуется только в холодных районах страны.

В случаях, когда уровень грунтовых вод расположен на близком расстоянии от поверхности земли, строят наземные хранилища, при этом отметка пола их должна быть выше самого высокого уровня грунтовых вод не менее чем на 1,5 м. Кроме того, наземными строят хранилища для лука-севка, сушильные и сортировочные помещения лукохранилищ, а также помещения для проращивания семенного картофеля.

В наземных хранилищах осуществлять механизацию погрузочно-разгрузочных работ значительно проще, чем в заглубленных.

В наземных обогреваемых хранилищах легче обеспечить оптимальный температурно-влажностный режим для лука-репки и особенно для лука-севка, при хранении и подсушке которого требуются относительно высокая температура воздуха и пониженная относительная влажность. Однако наземные хранилища легко прогреваются в теплое время и легко теряют тепло в морозную, ветреную погоду. Колебания температуры здесь могут быть частыми и более значительными, чем в заглубленных хранилищах, поэтому наземные хранилища во время сильных морозов для поддержания необходимой температуры приходится отапливать. Тем не менее, наземные хранилища удобнее в эксплуатации, а издержки на эксплуатацию их меньше, чем заглубленных.

Вместимость хранилища для конкретного хозяйства выбирают исходя из общего количества продукции, подлежащей длительному хранению, соотношения отдельных видов овощей с учетом дальности их перевозки и целесообразности строительства в составе складского комплекса хранилищ одинакового размера. Более эффективно используются средства механизации и устройства для активного вентилирования овощей в хранилищах большой вместимости, поэтому следует возводить хранилища наибольшей, нужной для данного хозяйства вместимости.

В оборудованных хранилищах картофель и овощи в зависимости от вида хранят в закромах, россыпью без закровов, в контейнерах, ящиках, на стеллажах и в штабелях с переслойкой песком или без переслойки.

Картофель и овощи, для хранения которых требуются различные температурно-влажностные режимы, а также разные хозяйственно-биологические сорта, хранят раздельно. В одном помещении при раздельном размещении допускается хранить вместе лук и чеснок; картофель и свеклу; морковь, свеклу и другие корнеплоды.

В большинстве случаев овощехранилища проектируют в виде прямоугольных в плане зданий с расположением закровов, стеллажей или штабелей двумя или четырьмя рядами по обе стороны от продольных проходов или проездов (рисунок 2). Ширину проходов между закромами и штабелями при использовании их для перемещения людей, а также для контроля за продукцией принимают не менее 1 м; при использовании прохода для загрузки, выгрузки и обработки продукции вручную - 1,8 м и при использовании прохода для загрузки, выгрузки и обработки продукции при помощи передвижных механизмов — 2,4 м. Ширину проездов определяют с учетом технологии эксплуатации хранилища и принимают не менее 4 м. При ширине хранилища до 18 м устраивают один продольный (центральный) проезд, а при большей ширине здания - два продольных проезда или поперечные проезды.

В хранилищах делают не менее двух входов или въездов. Для сквозного проезда автомобилей и сквозного проветривания въезды и входы делают в торцевых стенах по продольным осям зданий. В хранилищах вместимостью менее 1000 т может быть

один въезд. В районах с расчетной зимней температурой -20°C и ниже въезды ограждают тамбурами. В тамбурах устраивают пандус с уклоном не более 15°C для въезда автомашин в хранилище.

Высоту помещений для хранения продукции от пола до низа выступающих конструкций определяют с учетом принятой технологии хранения и оборудования для механизации работ.

Высоту помещения для хранения продовольственного картофеля россыпью (навалом) без устройства закровов принимают на 600...800 мм больше высоты загрузки картофеля.

Компоновку объемно-планировочных решений зданий комплексов ведут из унифицированных секций. Например, при компоновке хранилищ для картофеля, свеклы или брюквы применяются секции размерами в плане $6*36$, $12*36$ и $18*36$ м, вместимостью соответственно 500, 1000 и 1500 т при хранении продукции россыпью с высотой насыпи 5 м. В этих же секциях при оснащении их общеобменной системой вентиляции можно хранить картофель в контейнерах высотой 5,5 м.

Выбор той или иной секции определяют вместимостью здания, технологией хранения и количеством закладываемых сортов.

В ранее созданных хранилищах наиболее распространены являются стоечно-балочные системы при сетке координационных осей $6*6$ м (рисунок 2).

Унифицированные секции для компоновки хранилищ-комплексов принимают без промежуточных опор, с укрупненной сеткой координационных осей $12*6$, $18*6$ или $24*6$ м. С применением таких секций созданы хранилища вместимостью 3000, 5000, 10000 т.

В хранилищах предусматривают следующие подсобные и вспомогательные помещения: сушилки для сушки лука после уборки, сортировочные для обработки продукции, помещение для проращивания картофеля, холодильные камеры для размещения компрессоров и другого холодильного оборудования, вентиляционные камеры для размещения отопительно-вентиляционного оборудования, помещения для хранения машин, инвентаря и тары, котельные для котлоагрегатов, распределительного и контрольного оборудования, щитовые для раз-

мещения электросиловых щитов и шкафов автоматического управления, навесы для обработки (сортировки) продукции в хорошую погоду перед загрузкой ее в хранилища и блок вспомогательно-бытовых помещений — гардеробы, умывальники, душевые, уборные, помещения для обогрева и приема пищи, лаборатории и конторы.

Отдельное помещение для яровизации (прорастивания клубней картофеля, отобранных на посадку) устраивают в хранилищах для семенного картофеля (рисунок 2). В этом помещении поддерживают температуру воздуха 12...20°C. Кроме того, оно должно иметь достаточно хорошее естественное освещение и хорошо проветриваться, поэтому помещение для прорастивания семенного картофеля устраивают, как правило, наземным, площадь его устанавливают заданием на проектирование.

Систему охлаждения и отопления в хранилищах оборудуют на основе расчетов в зависимости от параметров воздуха в конкретном климатическом районе и норм тепловлаговывделений овощами, с учетом теплотехнических характеристик ограждающих конструкций хранилищ и грунтовых условий площадки строительства: температуры грунта, наличия вечной мерзлоты.

Вентиляционные камеры предусматривают с механической вентиляцией, изолированные помещения для установки вентиляционного агрегата и устройств для охлаждения и подогрева вентиляционного воздуха располагают у торцевых стен, в средней части зданий или выносят их за пределы помещений.

Конструктивные схемы наземных, полузаглубленных и заглубленных хранилищ характеризуются относительно невысокими несущими массивными или каркасными стенами и в большинстве случаев теплым бесчердачным совмещенным покрытием сборной железобетонной, деревянной или каменной конструкции.

Опорами для совмещенных покрытий железобетонной конструкции служит полный или неполный сборный каркас, состоящий из сборных железобетонных колонн, фундаментных башмаков под колонны сборных железобетонных или монолитных, фундаментных балок длиной 6 м под панельные стены. Фундаменты под несущие массивные стены устраивают из же-

лезобетонных плит, ленточных фундаментов и блоков стен подвалов.

Несущими конструкциями совмещенных покрытий являются железобетонные балки длиной 6, 9, 12 м, в индивидуальных проектах - железобетонные сегментные фермы пролетом (8 или 2ч м; укладываемые с шагом 6 м. Ограждающими конструкциями покрытий служат сборные железобетонные плиты размером 6х1,5 м. Пароизоляция предусматривается рулонная или смазочная. В качестве утеплителя применяют пенобетон, цементный фибролит, керамзит. Кровли устраивают многослойные рулонные с последующей гравийной посыпкой.

В районах, богатых лесом, хранилища возводят с неплотным несущим деревянным каркасом, состоящим из системы деревянных стоек, установленных в два ряда вдоль здания, и прогонов, уложенных на стойки.

Вместо деревянных стоек желательно возводить кирпичные столбы, располагаемые вдоль и поперек здания на таких же расстояниях, как и деревянные.

В хранилищах для семенного и продовольственного картофеля, а также свеклы и брюквы высоту насыпи принимают 4 м, а высоту помещений от уровня пола до низа выступающей части несущей конструкции покрытия 4,8

В проектах хранилищ-комплексов высоту насыпи картофеля принимают равной 5 м, затаренного картофеля в контейнеры — 5,5 м, а высоту помещений 6 м.

Для устройства наружных стен применяют эффективные в теплотехническом отношении и дешевые материалы, имеющие достаточно высокую степень долговечности при эксплуатации их в зданиях со специфическим внутренним микроклиматом (высокая влажность при относительно низких температурах).

Для наземных хранилищ с полным железобетонным каркасом применяют панельные стены из легких бетонов и других нетеплопроводных материалов.

В хранилищах с неполным каркасом несущие стены возводят из кирпича, естественного камня, крупных бетонных блоков, а также слоистые кирпичные стены, утепленные пенобетоном, газосиликатом или газобетоном, с защитной кирпичной кладкой с наружной стороны и др.

Кирпичные стены выполняют в двух конструктивных вариантах - гладкие или с пилястрами. При гладких стенах утеплитель располагают с внутренней стороны гладкой стены, в стенах с пилястрами он может быть внутри стен. Толщину утеплителя устанавливают в зависимости от климатической зоны, типа хранилища, способа хранения продукции, материала утеплителя.

В стенах полузаглубленных хранилищ облицовка ограждения, включающего полость, заполненную утеплителем, опирается на железобетонные консольные плиты. Стены заглубляют на 0,55-1,3 м и обваловывают снаружи грунтом на высоту 0,7...1,7 м.

Стены заглубленных хранилищ тщательно защищают от просачивания поверхностных вод. Вокруг хранилищ с наружной стороны делают отмостки шириной не менее 700 мм и водоотводные канавы.

Заглубленные и полузаглубленные хранилища загружаются через люки в покрытиях или стенах. Эти же люки служат для сквозного проветривания, а также для освещения хранилищ при переработке, загрузке и выгрузке овощей. Люки прикрывают двумя щитами, а пространство между щитами на зиму заполняют утепляющим материалом.

Полы в проездах хранилищ, в камерах с искусственным охлаждением и в помещениях для холодильного, вентиляционного и другого оборудования асфальтобетонные или бетонные, а в помещениях для хранения, в сушилках и в сортировочных — глинобитные, глинобетонные, грунтобетонные, бетонные и асфальтобетонные.

Для сквозного проветривания в хранилищах делают двойные ворота: внешние - сплошные утепленные и внутренние - решетчатые. При проветривании внешние ворота оставляют открытыми, а решетчатые закрытыми. При устройстве тамбура ворота в торцевой стене собственно хранилища делают сплошными утепленными, открывающимися внутрь тамбура. Размеры ворот принимают такими, чтобы был обеспечен свободный проезд транспорта и механизмов, но не менее 3*3 м. Для прохода людей в воротах устанавливают двери размером 800* 1800 мм.

Планировочные решения типовых хранилищ на 1000 т продукции представлены на рисунке 3.

7.4 Внутреннее оборудование специализированных хранилищ

Картофелехранилища оборудуют закромами шириной 6...7 м и длиной по продольной оси здания не более 6 м. Предельную вместимость закровов Для семенного картофеля принимают 50...80 т при высоте загрузки их 2...3 м, а для продовольственно-го картофеля 80...100 т при высоте загрузки 3...4 м. Минимальную высоту насыпи массива картофеля принимают в районах с расчетными зимними температурами выше -20°C , а максимальную в районах с расчетными температурами ниже -30°C .

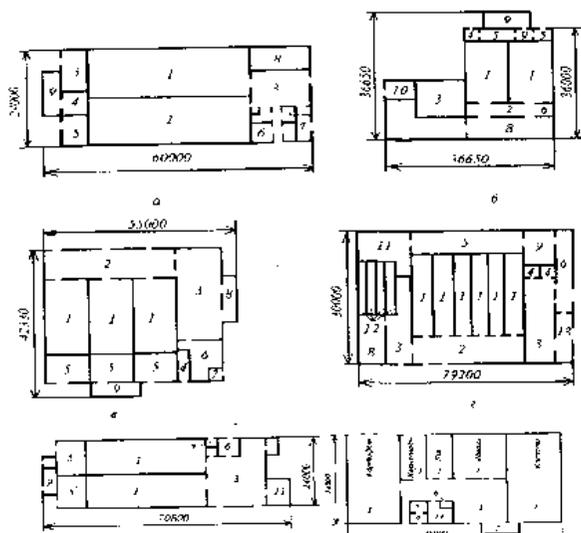


Рисунок 3 - Планировочные решения хранилищ вместимостью 1000 т/
 а - хранилище для продовольственного картофеля ТП-813-2-70.92; б - хранилище для семенного картофеля ТП-813-2-63.91; в - хранилище для капусты ТП-813-2-67.91; г - хранилище для лука ТП-813-2-62.90; д - хранилище для моркови ТП-813-2-49.88; е - комбинированное хранилище ТП-813-2-25.86; 1 - помещение хранения; 2 - тамбур, грузовой коридор; 3 - цех товарной обработки; 4 - электрощитовая; 5 - вентиляционная камера; 6 - бытовые помещения; 7 - тепловой пункт; 8 - приемное отделение; 9 - машинное отделение; 10 - отделение протравливания; 11 - навес; 12 - Угильный загром; 13 - экспедиция, 14 - зарядная.

Стенки закровов каркасной сборно-разборной конструкции из стальных или деревянных элементов (рисунок 4, а, б) делают на 100 мм выше предполагаемой высоты загрузки картофеля. Такая конструкция стенок облегчает загрузку закровов, обеспечивает удобную очистку и дезинфекцию, а при необходимости — их разборку и сборку в процессе эксплуатации.

В хранилищах с естественной и механической обменной вентиляцией для лучшего проветривания картофеля применяют решетчатые стенки закровов с зазорами 20..30 мм, а в хранилищах с активной механической вентиляцией - сплошные из строганных, плотно пригнанных одна к другой обрезных досок. Каркас стенок закровов выполняют из брусьев с учетом бокового давления картофеля при высоте насыпи более 3,5 м.

На городских плодоовощных базах продовольственный картофель практикуют хранить в контейнерах (рисунок 4, в). Контейнеры разборные складные и универсальные разных размеров и разной вместимости: наиболее крупные - 900*900*900 мм, объемом 0,7 м³, вместимостью около 450 кг; менее крупные - 800*800*900 мм, объемом около 0,5 м³, вместимостью около 325 кг.

Щиты днищ и стенок разборных контейнеров делают из деревянных планок толщиной 300 и шириной 50 мм, закрепляемых в металлических рамах из уголков 25*25 мм с зазорами между планками 25..30 мм. Боковые стенки складских контейнеров крепят к поддону-днищу при помощи петель. Вверху стенки соединяют запорами.

Неразборные универсальные контейнеры делают с крышкой и с наклонном под углом 30° днищем для разгрузки картофеля самотеком без опрокидывания. Контейнеры устанавливают по всей площади хранилища в 3..5 ярусов зазорами между ними 50 мм при общей высоте складирования 4..5,5 м. Между штабелями контейнеров оставляют проходы шириной не менее 1 м.

При хранении и транспортировании картофеля в контейнерах резко уменьшается количество механических повреждений, наносимых клубням при их перегрузке; упрощается также механизация погрузочно-разгрузочных работ, выполняемых обычно с помощью аккумуляторных электропогрузчиков.

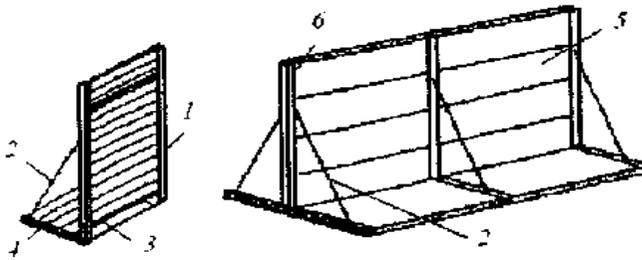


Рисунок 4 - Стенки, самостоятельно удерживающие насыпь продукции: а - из L-образных стальных или деревянных элементов; Л-образных стальных или деревянных элементов; в ~ контейнеров; 1 - стальной L-образный элемент; 2 ~ тяж; 3 - связь; 4 - настил; 5 ~ заполнение; б - стойка

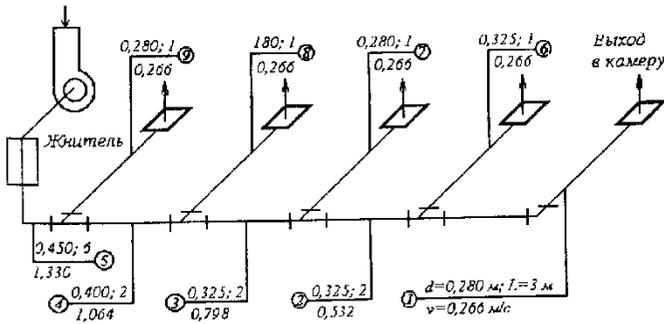


Рисунок 5 - Расчетная схема общеобменной, вентиляции

В экспериментальных хранилищах продовольственный картофель хранят сплошной насыпью (навалом) высотой 4...5 м по всей площади помещения без устройства закровов и перегородок, что способствует повышению использования площади хранилища.

Помещения для яровизации (прорастивания) картофеля оборудуют стеллажами по высоте в пять ярусов. Стеллажи устраивают с сетчатым покрытием разборными комплектами шириной 1200 мм с отступами один от другого 800 мм. Между стеллажами и наружной стеной сделан проход (отступ) шириной 750 мм. Расстояние между ярусами стеллажей 750 мм. Нижняя полка расположена на высоте 250 мм от пола. Борта стеллажей изготавливают из планок шириной 40...50 мм с просветами между

ними 20 мм. Картофель укладывают на стеллажи для яровизации в 2...3 ряда, т. е. с загрузкой на каждую сетку стеллажей слоем 150 мм.

Корнеплодохранилища для семенной и продовольственной свеклы и брюквы оборудуют закромами таких же размеров и такой конструкции, как и для хранения продовольственного картофеля. Морковь хранят в контейнерах и ящиках, а прочие продовольственные и семенные корнеплоды - корневые сорта петрушки, сельдерей и репу — в ящиках. Ящики размещают в хранилищах на поддонах пакетами, а контейнеры - штабелями с зазорами между ними 50 мм; предельная ширина пакетов и штабелей 6...7 м, длина до 6 м и высота до 4 м.

В корнеплодохранилищах вместимостью до 250 т можно хранить морковь, петрушку, сельдерей и репу в штабелях непосредственно на глинобитном полу с прослойкой каждого ряда умеренно влажным песком. Корнеплоды укладывают в штабеля с отступом от наружных стен 250 мм при длине штабеля до 6 м, ширина в нижней части 1,5 м, в верхней - 1 м.

Между пакетами ящиков, штабелями контейнеров и штабелями корнеплодов, уложенных непосредственно на глинобитном полу и переслоенных песком, оставляют проходы шириной не менее 1 м или проезды шириной не менее 4 м.

Капустохранилища оборудуют закромами таких же размеров в плане, как и закрома в картофелехранилищах или корнеплодохранилищах для свеклы и брюквы. Предельная вместимость закромов 35...40 т при высоте загрузки капусты 2...2,5 м. Стенки закромов делают на 200 мм выше уровня загрузки капусты. Капуста может храниться также в контейнерах, которые устанавливают в штабелях размером 6×7 м и высотой до 4 м с устройством между контейнерами зазоров в 50 мм. а между штабелями контейнеров - соответствующих проходов и проездов.

Капусту можно укладывать на хранение по всей площади хранилища сплошным массивом высотой 2,0...2,5 м или штабелями высотой 1,5 м при длине штабеля до 6 м и ширине его внизу 2 м, а поверху 1,5 м.

Хранилища вместимостью до 250 т могут быть оборудованы стеллажами по высоте в три яруса. Продовольственную и

семенную капусту укладывают на стеллажи штабелями в три ряда, т. е. с загрузкой каждой полки стеллажа на высоту до 750 мм. Расстояние между полками стеллажей должно быть 1 м. Нижние полки стеллажей располагают над полом на высоте 250 мм. Ширина стеллажей 2...2,2 м, длина не более 6 м.

По отношению к наружным стенам стеллажи располагают с отступом 200 мм. Конструкция стеллажей разборная. Настил стеллажей состоит из жердей диаметром 50 мм, уложенных в овальные углубления поперечных пластин с просветами 80 мм. Чтобы жерди не сдвигались с места, их можно объединять в щиты подшивными планками. Такая конструкция стеллажей позволяет поперечины не закреплять гвоздями и легко разбирать настил и поперечины при дезинфекции хранилища.

Хранилища для лука-репки оборудуют закромами такой же конструкции, как и для картофеля - шириной до 7 м, длиной не более 3 м, вместимостью до 18 т. Хранилища вместимостью до 100 т допускается оборудовать стеллажами шириной 2,0...2,2 м в три яруса.

Высота загрузки лука-репки в закромах 2,0...2,5 м, а на полках стеллажей - 0,7 м. Расстояние между полками стеллажей должно быть 1 м, а между полом хранилища и нижней полкой - 250 мм. Просветы в полках стеллажей 15...20 мм.

Хранилища для лука-севка вместимостью до 50 т оборудуют разборными стеллажами по высоте в шесть ярусов, на которых лук-севок хранят насыпью слоем 300 мм. Стеллажи устраивают отдельными комплектами шириной 2,0...2,2 м и длиной до 6 м. Расстояние между полками стеллажей должно быть 500 мм. Полки и борта стеллажей выполняют из планок с просветом 10...15 мм.

В хранилищах вместимостью более 50 т лук-севок хранят в ящиках, которые устанавливают пакетами размером не более 6х6 м в 3...4 яруса по высоте, но не более 4 м, с устройством соответствующих проходов и продольного (центрального) проезда. В закромах лукохранилищах лук-севок и лук-выборки хранят насыпью высотой 2 м.

Технологическое оборудование хранилищ подбирают в зависимости от способа хранения, вида овощей и с учетом эконо-

мической и хозяйственной целесообразности использования машин и оборудования в местных условиях.

Для загрузки в закрома картофеля, свеклы и брюквы используют конвейер-загрузчик ТЗК-30. Автосамосвал с грузом въезжает в хранилище и выгружает картофель и овощи в приемный бункер конвейера-загрузчика, который подает картофель и овощи в заком, передняя стенка которого разобрана. По мере загрузки и формирования насыпи переднюю стенку закрома разбирают. После загрузки основных закомов картофель и овощи загружают в приставные закрома.

Для выгрузки картофеля из закомов используют конвейер ТЗК-30, на который вместо приемного бункера навешивают подборщик роторного типа. При выгрузке картофеля конвейер подает его в приемный бункер картофелесортировочного пункта. Обработанный картофель выгрузным конвейером КСП-15 и конвейером ТП-30 загружают в кузов автомашины.

В секционных хранилищах для сортировки, обработки и перемещения лука, моркови и капусты используют сортировальные машины СЛС-7 и систему конвейеров СТХ-30.

Контейнеры и ящики с картофелем и овощами устанавливают в рабочем проезде или в секциях хранилища электропогрузчиком серии 4004А или электроштабелером ЭШ-181, которые применяют и для выгрузки из хранилища.

7.5 Вентиляция хранилищ

Система активной вентиляции предназначена для искусственного продувания воздуха через толщу насыпи хранящегося в закромах или навалом картофеля с целью: просушки его после уборки во время дождя; интенсификации в первый «лечебный» период образования на клубнях раневой перидермы и отложения ряда вещества, защищающих клубни от повреждения микроорганизмами; охлаждения картофеля после «лечебного» периода до оптимальной для хранения температуры; регулирования температуры, регулирования температурно-влажностного режима в массе картофеля, а также и в самом хранилище.

В хранилищах вместимостью более 500 т обычно устраивают не менее двух автономных систем вентиляции, обеспечивающих взаимозаменяемость приточных установок на случай

выхода из строя одной из них. Производительность вентиляционного оборудования для хранилищ картофеля принимают из расчета подачи 50-70 м³ воздуха в 1 ч на 1 т картофеля.

Система для активного вентилирования состоит из приточной шахты с жалюзийным заборным отверстием, рециркуляционного воздуховода, реверсивных вентиляторов осевого типа с электродвигателями, подпольных магистральных, распределительных и напольных решетчатых каналов воздуховодов.

Приточную вентиляционную шахту прямоугольного сечения 2400x1110 мм располагают у наружной стены вентиляционной камеры. Стены шахты от пола до покрытия выкладывают из кирпича толщиной 250мм и утепляют изнутри минераловатными плитами, газобетоном или пенобетоном. Проем с жалюзийной решеткой для забора наружного воздуха в наземных хранилищах предусматривают в наружной стене шахты, а в полузаглубленных и заглубленных — над покрытием в верхней части шахты.

Рециркуляционной деревянный воздуховод сечением 600x600 или металлический диаметром 600 мм для подачи воздуха из хранилища в вентиляционную систему подсоединяют к приточной шахте и снабжают также шибером. Открытый конец рециркуляционного воздуховода, введенный в помещение, закрывают металлической сеткой.

Реверсивные вентиляторы осевого типа или центробежные, которые создают движение воздуха в системе активной вентиляции, устанавливают в вентиляционной камере на бетонных фундаментах и при помощи металлических переходных устройств, присоединяют к воздуховодам системы на фланцах. Приводом вентиляторов служат электродвигатели мощностью 5,6..6,3 кВт. На каждые 500...650 т вместимости хранилища требуется два осевых реверсивных вентилятора с подачей 12000 и 15000 м³ воздуха в 1 ч.

Магистральный канал-воздуховод шириной 900 мм прокладывают под рабочим проходом (проездом). Под каждый закром магистральный воздуховод имеет ответвление с дроссельной заслонкой или шибером, которыми управляют из рабочего прохода при помощи канатов или металлических тяг. Через ответвления вентиляционный воздух нагнетается в подпольное

пространство каждого закрома или отсасывается из него. Устройство ответвлений, снабженных регулирующими заслонками под каждым закроем, позволяет проводить раздельное вентилирование закроев с необходимой интенсивностью. Воздух, нагнетаемый вентилятором по магистральному каналу, поступает в массив картофеля через ответвления и решетчатые полы закроев или при сплошных полах - через распределительные подпольные и шатровые решетчатые напольные каналы-воздуховоды. Распределительный подпольный канал-воздуховод делают шириной 530 мм. Для сохранения одинакового напора воздуха в различных частях воздуховодов высоту магистрального канала уменьшают от 900 мм в начале и до 450 мм в конце, а высоту распределительного канала - до 450... 200 мм. Длину магистральных и распределительных каналов-воздуховодов принимают не более 35 м, длину подпольного пространства под закромами - не более 9 м, а воздухораспределительных каналов - 12 м.

Стены магистральных каналов выполняют из кирпича марки 100 на растворе марки 50, толщиной 380 мм, а распределительных каналов - толщиной 250 мм. Днища каналов толщиной 100 мм из бетона марки М 50. Перекрывают их железобетонными плитами. Внутренние поверхности стен каналов затирают сложным раствором, а наружные поверхности обмазывают горячим битумом.

Решетчатые полы в закромах укладывают по лагам на кирпичных столбиках.

Напольные шатровые каналы располагают на расстоянии между ними в свету 1200 мм, а от параллельной глухой стенки закрома на расстоянии не более 800 мм. Их делают из антисептированных досок, соединенных в шпунт на планках, или из листовой оцинкованной стали.

В секционных хранилищах подпольные каналы-воздуховоды выполняют из сборных железобетонных лотков переменной высоты, располагая их вдоль секций по тупиковой схеме,

В «лечебный» период и период охлаждения вентиляция полностью работает на наружном воздухе, когда температура его ниже температуры в хранилище (но не ниже 1°C). При тем-

температуре наружного воздуха ниже 1°C система работает с частичной или полной рециркуляцией, обеспечивая температуру смеси наружного и внутреннего воздуха не ниже 1°C.

В период, когда температура наружного воздуха выше температуры в хранилище, системы вентиляции работают полностью на рециркуляцию. В период длительного хранения параметры внутреннего воздуха поддерживаются работой систем вентиляции с частичной или полной рециркуляцией.

Для искусственного охлаждения воздуха при весенне-летнем хранении и регулировании относительной влажности воздуха при работе системы на рециркуляцию снаружи хранилища пристраивают ледогенератор с постоянной теплоизоляцией стен. Воздух из хранилища вводится по воздуховоду в верхнюю часть ледогенератора; охлажденный воздух отсасывается снизу ледогенератора металлическим воздуховодом, подсоединенным к приточной шахте. Воздуховоды, входящие в ледогенератор, снабжаются шиберами.

В хранилищах небольшой вместимости применяют также местные стационарные и передвижные холодильные установки с непосредственным испарением. В больших хранилищах применяют машинное охлаждение воздуха, используя централизованные холодильные станции.

Для осушки воздуха в хранилище делают из листовой оцинкованной стали конденсационный теплообменник с приточной шахтой, выведенной наружу непосредственно из помещения для хранения. Теплообменник подсоединяют к рециркуляционной трубе. При устройстве теплообменника воздух из хранилища забирается через специальные клапаны с регулируемыми заслонками. Под теплообменником устраивают лоток для сбора образующегося конденсата.

Для подогрева воздуха используют отопительные установки с различным теплоносителем (горячая вода, пар), а также огневые и электрические калориферы, обеспечивающие пожарную безопасность. Для удаления увлажненного воздуха устраивают вытяжные шахты с регулируемыми клапанами.

Применение систем активной вентиляции позволяет снизить потери картофеля при хранении в 1,5...2,0 раза и значитель-

но уменьшить затраты на эксплуатацию по сравнению с теми же затратами при естественной вентиляции.

Контрольные вопросы:

Как классифицируются здания и сооружения для хранения картофеля и овощей? Охарактеризуйте наземные, полузаглубленные и заглубленные хранилища. Чем отличаются бурты от траншеи? Как утепляют временные хранилища? Как осуществляется вентиляция во временных хранилищах? Каковы размеры временных хранилищ? Какие требования предъявляются к оборудованным хранилищам? Какова высота помещения для хранения продовольственного картофеля россыпью (навалом) без устройства закровов? Каковы размеры унифицированных секций для хранения корнеплодов? Какие помещения входят в состав сооружения для хранения лука? Каковы особенности сооружения для хранения капусты? Какое оборудование применяется для загрузки и выгрузки картофеля в постоянных хранилищах? Какие установки применяются для активной вентиляции в корнеплодохранилищах? Какое оборудование применяется для охлаждения воздуха при весенне-летнем хранении и регулировании относительной влажности воздуха при работе системы на рециркуляцию?

Практическое занятие № 8

Тема: Резервуары для хранения молока. Определение вместимости и времени наполнения-опорожнения.

Цель работы: Изучить устройство, принцип работы и конструктивные особенности оборудования для хранения молока; освоить методы расчета оборудования для хранения молока.

8.1 Резервуары для хранения молока

Приемка, кратковременное или длительное хранение молока осуществляются во флягах и резервуарах различного типа.

К резервуарам общего назначения относятся молокоприемные баки, емкости для хранения молока. Стенки последних, как правило, имеют термоизоляционный слой. В таких резервуарах-термосах качественные изменения молока при его кратковременном хранении сведены к минимуму.

К резервуарам специального назначения относятся емкостные теплообменные аппараты, предназначенные для качественных изменений молока и получения различных молочных продуктов. К ним относятся охладители молока резервуарного типа, ванны длительной пастеризации, универсальные резервуары, резервуары для созревания сливок и производства кисломолочных напитков и другое технологическое оборудование, имеющее в качестве основного рабочего органа какую-либо емкость.

Фляга представляет собой цилиндрический корпус со сферическим днищем и горловиной, закрываемой крышкой с замком. Крышка шарнирно крепится к усикам, приваренным к опорному обручу, насаженному на горловину. Уплотнительная прокладка, выполненная из пищевой резины и вставленная по окружности в кольцевую канавку крышки при ее закрывании обеспечивает необходимую герметичность фляги. Две ручки для переноса фляги приварены к специальной манжете, насаженной на горловину, нижний опорный обруч предохраняет корпус фляги от механических повреждений во время эксплуатации.

Промышленность выпускает фляги из нержавеющей стали, алюминия или из специальной листовой стали с последующим лужением. У фляги вместимостью 38 дм³ внутренний диаметр резервуара 340 мм, а диаметр горловины - 170 или 220 мм соответственно при толщине стенки из стали 1,25 мм или из алюминия 3,0 мм.

Алюминиевые фляги ФА-38 легче и дешевле стальных ФЛ-38, но уступают им по прочности и гигиеничности. Масса фляг соответственно 8,5 и 11 кг, высота - 580 мм.

Баки различной вместимости служат для приема молока и накопления его перед обработкой. Их изготавливают из пищевого алюминия, нержавеющей или декапированной стали, с лужением последней оловом марки 01 или 02. Бак имеет прямоугольную форму с отбортовкой по периметру и сверху закрывается съемной крышкой. Для слива молока имеется штуцер с накидной гайкой. К штуцеру присоединен проходной кран. Дно резервуара имеет уклон 1,5...3,0 град, в сторону сливного крана, а углы закруглены плавными радиусами. К днищу резервуаров приварены подставки из углового профиля.

Вакуумированная молочная цистерна состоит из цилиндрического корпуса, двух сферических днищ, крышки и сливного крана. По окружности крышки имеется канавка для плоского резинового кольца, служащего уплотнителем при герметизации цистерны.

Цистерны выпускаются в передвижном и стационарном исполнении и могут использоваться как в технологических линиях по переработке молока, так и в доильных установках. Чаще других применяются вакуумированные емкости вместимостью $0,6 \text{ м}^3$ из алюминиевого сплава.

Резервуары для приема и хранения молока выпускаются двух тип вертикальные и горизонтальные.

Повышение температуры молока за 24 ч хранения в таких резервуарах при разности температур окружающего воздуха и продукта, равна 24°C , допускается не более чем на 2°C . Краткие технические характеристики резервуаров-термосов приведены в приложении 1.

Резервуар-термос представляет собой цилиндрический сосуд, имеющий корпус из алюминиевого листа, и кожух из стального. Пространство между ними заполнено фенол формальдегидным пластиком, служащие термоизоляцией. В верхней части резервуара предусмотрены смотровое окно, светильник, моечное устройство, датчик верхнего уровня и воздушный клапан. Смотровое окно и светильник предназначены для периодического осмотра внутренней полости резервуара. Моечное устройство выполнено в виде двух трубчатых полудуг с отверстиями для подачи раствора. При вытекании моющего раствора из отверстий, трубчатые дуги вращаются за счет возникающих при этом реактивных сил. При этом внутренняя поверхность резервуара равномерно орошается моющим раствором.

Датчик верхнего уровня сигнализирует о заполнении рабочего объема резервуара, а воздушный клапан впускает и выпускает воздух при опорожнении и заполнении резервуара.

В средней части резервуара расположены люк, термометр, кран для отбора проб, устройство для контроля за уровнем молока и стационарная лестница для обслуживания верхней части.

В нижней части термоса имеются перемешивающее устройство, датчик нижнего уровня и опоры. Перемешивающее

устройство состоит из центробежного насоса, эжектора, кранов и соединяющих их трубопроводов.

Наполняется резервуар через нижний патрубок. Этот же патрубок служит и для опорожнения емкости путем переключения трехходового крана. Прекращение заполнения или опорожнения сопровождается подачей светового или звукового сигнала.

При отборе проб пользуются специальным краником, а температуру молока контролируют термометром.

Вертикальные резервуары-термосы по сравнению с горизонтальными позволяют лучше использовать высоту помещения, а также быстрее опорожняются.

Горизонтальные резервуары-термосы имеют аналогичное устройство (рисунок 1). Они оказывают меньшее давление на опорную поверхность. Их можно вмонтировать в стены перерабатывающего предприятия и таким образом сэкономить его полезную площадь. В этом случае внутри помещения размещают лишь переднюю часть резервуара с приемным и сливным патрубками, люком и контрольными приборами; остальную часть располагают вне помещения и устанавливают над ней легкий навес для защиты от осадков и солнечных лучей.

На крупных перерабатывающих предприятиях могут применяться емкости для хранения молока вместимостью 25 (Г6-ОМГ-25), 50 (В2-ОХР-50) и 100 м³ (В2-ОХР-100). Две последние, как правило, устанавливаются вне зданий.

По конструктивному исполнению резервуары специального назначения делятся на вертикальные и горизонтальные; по назначению - на резервуары-охладители молока, ванны для нагревания молока и универсальные тепловые аппараты; по типу перемешивающего устройства - с лопастными, пропеллерными и специальными мешалками.

В зависимости от конструкции системы тепловой обработки продукта (охлаждение или нагревание) резервуары делятся на емкости с теплообменной рубашкой, с оросительной системой, с теплообменником в виде змеевика и комбинированным теплообменным устройством.

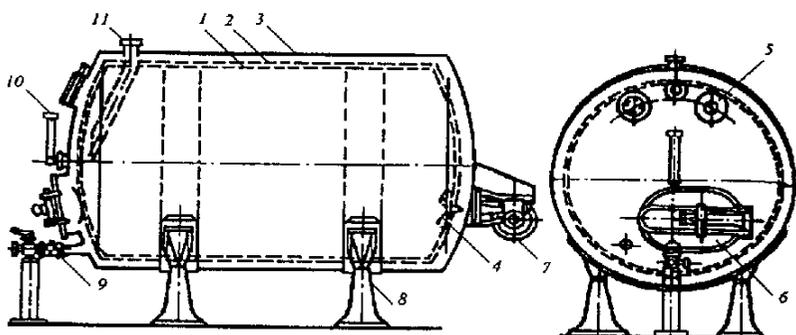


Рисунок 1 - Горизонтальный резервуар для хранения молока: 1 - рабочий резервуар; 2 - теплоизоляция; 3 - кожух; 4 - мешалка; 5 - смотровое окно; 6 - люк; 7 - привод мешанки; 8 - опорные ножки; 9 - сливной патрубок; 10 - термометр; 11 - наливная труба

Молоко в резервуарах-охладителях охлаждают двумя способами: непосредственно кипящим в испарителе хладагентом или посредством промежуточного хладоносителя, т.е. воды или рассола от холодильной установки.

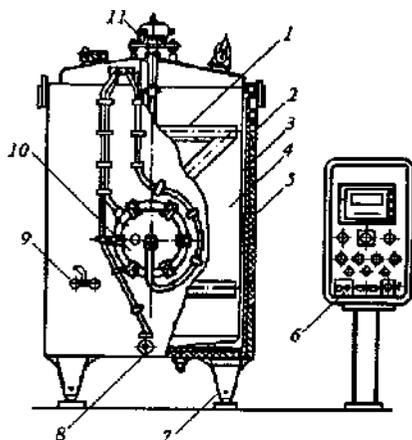


Рисунок 2 - Резервуар для приготовления кисломолочных продуктов: 1 - мешалка; 2 - теплоизоляция; 3 - теплообменная рубашка; 4 - внутренний корпус; 5 - наружный корпус; 6 - пульт управления; 7 - ножки; 8 - патрубок заполнения-опорожнения; 9 - пробоотборный кран; 10 - люк; 11 - привод мешалки

Нагревание молока в ваннах длительной пастеризации или универсальных тепловых аппаратах осуществляется путем подачи в теплообменную рубашку резервуара горячей воды или пропускания через воду, находящуюся в рубашке, пара.

Устройство резервуаров специального назначения рассмотрено на примере оборудования для приготовления кисломолочных продуктов.

Резервуар состоит из внутреннего корпуса (рисунок 2) цилиндрической формы, теплообменной рубашки, теплоизоляции и наружного корпуса. Для его заполнения и опорожнения служит патрубок.

Внутри резервуара находится мешалка рамного типа. В нижней его части имеется патрубок для удаления из теплообменной рубашки тепло- или хладоносителя. Люк для осмотра и ремонта рабочей поверхности расположен в средней части.

Моющее устройство, находящееся в верхней части резервуара, представляет собой реактивную вертушку.

Готовый продукт охлаждается ледяной водой или рассолом. Хладоноситель орошает внешнюю поверхность внутреннего корпуса, вытекая из перфорированной трубы, расположенной по периметру теплообменной рубашки в ее верхней части. Охлаждение продукта осуществляется при его непрерывном перемешивании. Готовый продукт удаляется из резервуара через патрубок и насосом подается на расфасовку.

Ванны длительной пастеризации В1-ВД2-П, Г6-ОПА-600 и Гб-ОПБ-1000 вместимостью соответственно 0,35; 0,6 и 1 м³ несущественно отличаются от описанного резервуара. В них отсутствует орошающая перфорированная труба для подачи хладоносителя. Теплообменная рубашка им: переливную трубу и парораспределительную головку, к которой через трубопровод подается пар.

Для охлаждения продукта, находящегося в ванне, в теплообменную рубашку подается холодная вода.

Для нагревания и пастеризации продукта в теплообменную рубашку с водой через парораспределительную головку подается пар.

Ванны оборудованы мешалкой пропеллерного типа.

Резервуары универсального типа, также как и ванны длительной пастеризации, позволяют молоко или продукт его переработки подвергать как нагреванию, так и охлаждению.

Контрольные вопросы:

В каком случае при наполнении и опорожнении автоцистерн продолжительность этих операций одинакова? Как контролируют наполнение молочных емкостей (резервуаров)? Чем различаются емкости общего и специального назначения? Какое требование по температурному режиму предъявляется к емкостям для хранения молока?

Список использованной литературы

1. Антипова Л.В. Проектирование предприятий мясной отрасли с основами САПР / Л.В. Антипова, Н.М. Ильина, Г.П. Казюлин и др. – М.: Изд-во КолосС, 2003. – 320 с.
2. Бараненко А.В. Практикум по холодильным установкам: Учебное пособие для студентов вузов / А.В. Бараненко, В.С. Калюнов, Ю.Д. Румянцев. – СПб.: Профессия, 2001. – 272 с.
3. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна. / Пер. с англ. В.И. Дашевского – М.: Агропромиздат, 1991. – 157 с.
4. Большаков С. А. и др. Холодильная техника и технология: Учебник. – М.: Инфра-М, 2000. – 286 с.
5. Борознин В.А., Павленко В.Н., Борознин А.В. Сооружение и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Практикум. – Волгоград: ФГОУ ВГТО Волгоградская ГСХА, 2011. – 156 с.
6. Вобликова Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Вобликова Т.В., Шлыков С.Н., Пермьяков А.В. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Агрус, 2013. – 212 с.
7. Гордеев А.С. и др. Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий / под ред. Завражного А.И. – М.: Агроконсалт, 2002. – 492 с.
8. Ивотрясов Н.И. Практикум по холодильно-вентиляционному оборудованию. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 192 с.
9. Кинякин М.Ф. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 194 с.
10. Курочкин А. А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / А.А. Курочкин, В.В. Ляшенко. – М.: Изд-во КолосС, 2001. – 440 с.
11. Лашутина Н.Г., Суедов В.П., Полушкин В.И. Холодильно-компрессорные машины и установки. – М.: Колос, 1994. – 195 с.
12. Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д.С. Технология хранения растениеводческой продукции. Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГАУ имени К.Д. Глинки, 2009. – 249 с.
13. Платонов П.Н., Пунков С. П., Элеваторы и склады. – М.: Агропромиздат, 1987. – 267 с.

14. Пунков С.В., Стародубцев А.И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 315 с.
15. Романова Е.В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Романова Е.В., Введенский В.В. / М.: Российский университет дружбы народов, 2010. – 188 с.
16. Регламент Совета ЕС 510/2006 от 20.03.2006 г. о защите наименований мест происхождения и обозначении происхождения сельскохозяйственной продукции и пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2010. – 23 с.
17. Рудик Ф.Я. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий [Электронный ресурс]: учебник / Рудик Ф.Я., Буйлов В.Н., Юдаев Н.В. – СПб.: Гиорд, Ай Пи Эр Медиа, 2008. – 294 с.
18. Скрипников Ю.Г., Гореньков Э.С. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. – М.: Колос, 1994. – 247 с.
19. Скрипников Ю.Г. Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей. – М.: Агропромиздат, 1989. – 273 с.
20. Терехов М. Б., Чичаев В.М. Сооружение и оборудование для хранения зерна: Учебное пособие / Нижегород. Гос. с/х Академия. Нижний Новгород, 1997. – 261 с.
21. Трисвятский Л.А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвятский, Б.В. Лесик, В.Н. Кудрина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
22. Чумак И.Г. Холодильные установки / И.Г. Чумак. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 344 с.
23. Широков В.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации / В.А. Широков. – М.: Агропромиздат, 1988. – 319 с.
24. Юдаев, Н.В. Элеваторы, склады, зерносушилки / Н.В. Юдаев. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 128 с.

Учебное издание

Ооржак Рада Тогус-ооловна

**СООРУЖЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЖИВОТНОВОДСТВА**

Практикум

Редактор *А.Р. Норбу*
Дизайн обложки *К.К. Сарыглар*

Сдано в набор: 15.01.2019
Подписано в печать: 18.03.2019
Формат бумаги 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная
Физ. печ.л. 7,3. Усл. печ.л. 6,8.
Заказ № 1280. Тираж 50 экз.

667000, г. Кызыл, Ленина, 36
Тувинский государственный университет
Издательство ТувГУ