

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Сооружения и оборудование для хранения
сельскохозяйственной продукции»**

(Б1.В.15)

**Направление подготовки 35.03.07 "Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции"**

**Профиль образовательной программы "Хранение и переработка
сельскохозяйственной продукции"**

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 1. | Конспект лекций | 3 |
| 1. | Лекция 1 (Л-1) Введение | 3 |
| 1.2 | Лекция 2 (Л-2) Оборудование для приемки и погрузки сельскохозяйственной продукции. | 8 |
| 1.3 | Лекция 3 (Л-3) Внутрицеховое транспортное оборудование | 11 |
| 1.4 | Лекция 4 (Л-4) Активное вентилирование зерновых масс. | 18 |
| 1.5 | Лекция 5 (Л-5) Зерносушильная техника. | 22 |
| 1.6 | Лекция 6 (Л-6) Элеваторы и зерносклады. | 27 |
| 1.7 | Лекция 7 (Л-7) Сооружения для хранения продукции животноводства | 32 |
| 1.8 | Лекция 8 (Л-8) Холодильное технологическое оборудование | 38 |
| 1.9 | Лекция 9-10 (Л-9-10) Хранилища для плодов и овощей. | 44 |
| 2. | Методические указания по проведению практических занятий | 52 |
| 2.1 | Лабораторная работа 1-2 (ЛР-1-2) Определение несущей нагрузки на стены зернохранилища | 52 |
| 2.2 | Лабораторная работа 3 (ЛР-3) Изучение конструктивных схем и основных элементов норий | 57 |
| 2.3 | Лабораторная работа 4 (ЛР-4) Изучение устройства и принципа действия винтовых конвейеров | 59 |
| 2.4 | Лабораторная работа 5 (ЛР-5) Изучение основных элементов и принципа действия гравитационного транспорта | 60 |
| 2.5 | Лабораторная работа 6 (ЛР-6) Определение возможности и целесообразности применения активного вентилирования при хранении зерна и семян | 62 |
| 2.6 | Лабораторная работа 7 (ЛР-7) Определение количества воздуха для вентилирования и продолжительность его прохождения | 63 |
| 2.7 | Лабораторная работа 8 (ЛР-8) Определение режимов сушки зерна и производительности зерносушилок | 66 |
| 2.8 | Лабораторная работа 9 (ЛР-9) Расчет числа коробов, скорости теплоносителя и размер секций шахтной зерносушилки | 71 |
| 2.9 | Лабораторная работа 10-11 (ЛР-10-11) Расчет оборудования для послеуборочной обработки зерна | 72 |
| 2.10 | Лабораторная работа 12-13 (ЛР-12-13) График движения зерна на элеваторе | 76 |
| 2.11 | Лабораторная работа 14 (ЛР-14) Расчет оборудования для хранения молока | 83 |
| 2.12 | Лабораторная работа 15-16 (ЛР-15-16) Подбор и расчет холодильных камер | 85 |
| 2.13 | Лабораторная работа 17-18 (ЛР-17-18) Расчет камер для хранения фруктов и овощей с РГС | 92 |
| 2.14 | Лабораторная работа 19 (ЛР-19) Определение емкости буртов, траншей площади участка для их размещения. | 95 |

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2 часа)

Тема: «Введение»

1.1.1 Вопросы лекции:

- 1.1 Истрия хранения сельскохозяйственной продукции
- 1.2 Классификация сооружений и оборудования для хранения сельскохозяйственной продукции
- 1.3 Перспективы развития материально-технической базы для хранения сельскохозяйственной продукции

1.1. 2. Краткое содержание вопросов

Истрия хранения сельскохозяйственной литературы

Человек с древнейших времен хранит зерновые продукты. Даже кочевые народы для сохранения собранных плодов и семян дикорастущих растений сооружали подземные хранилища, что позволяло не перевозить эти продукты. Еще большая необходимость хранения зерновых продуктов возникла у человека с переходом к оседлому образу жизни и появлением у него излишков пищи. Переход от собирательства к возделыванию растений и к земледелию с использованием домашнего скота в качестве тягловой силы, сделал возможным широкое развитие полеводства, а вместе с ним и увеличение жизненных припасов, которые надо было оберегать от порчи и уничтожения различными вредителями, нападения враждебных племен и т. д. Поэтому заботы о сохранении зерна и других пищевых продуктов были предметом внимания человека еще при первобытно-общинном строе.

Сведения о хранении зерна в доклассовом обществе были получены в результате раскопок поселений Трипольской культуры. В то время зерно хранили в ямах, обмазанных изнутри глиной, или в больших сосудах — корчагах, размещаемых в жилищах по 10...15 шт. Скопление сосудов обнаружено и около зернотерок, на которых дробили зерно и растирали в муку.

Многочисленные сведения о хранении запасов зерна в наиболее отдаленный от нас период рабовладельческого строя дали раскопки крепости на холме Кар-мир-Блуз близ Еревана, где находятся развалины большого дворца наместника государства Урарту (Ванского царства), существовавшего с X по VII в. до н. э. на территории современной Армении и Грузии. В кладовых дворца, вмещавших до 750 т зерна, было обнаружено 82 крупных сосуда, врытых до половины в земляной пол. В некоторых из них сохранились остатки зерен пшеницы, ячменя, проса и кунжута. На всех сосудах клинописью и иероглифами была обозначена их вместимость, на них также были надписи о принадлежности этих сосудов царям Урарту IX и VIII вв. до н.э. Найдены также остатки муки крупного помола и обгоревшего хлеба в форме овальных лепешек. В середине и во второй половине первого тысячелетия до нашей эры на территории Украины обитали многочисленные племена скифов — пахарей, занимавшихся земледелием при помощи пашенных орудий. Они вели большую торговлю хлебом с Грецией через причерноморские греческие колонии — Ольвию, Херсонес, Пантикопей. В других районах земного шара, свидетельствуют, что они мало, чем отличаются от описанных выше. Так, академик Н. Н. Струве, характеризуя первобытно-общинный строй в Нижнем Египте, пишет: «Население имело хижины. Между хижинами располагались врытые в землю корзины с плетеными крышками, служившие зернохранилищами». Таким образом, запасы зерна при первобытно-общинном строем хранили в специально вырытых в земле ямах или в сосудах и корзинах, закопанных в землю. При рабовладельческом строем наряду с этим способом зерно хранили в сосудах (пифосах, амфорах и т. п.), размещаемых в жилищах или в специальных хранилищах, построенных из глины, камня или дерева.

В период позднего феодализма наряду с содержанием зерна в примитивных хранилищах появляются крупные для своего времени зернохранилища — хорошо устроенные подвалы, амбары и склады, сооруженные из различных строительных материалов. Расширяются представления о причинах порчи зерна. Для повышения стойкости зерна при хранении применяют различные способы сушки, охлаждения, очистки и методы наблюдения за зерном. При капитальном строю появились первые элеваторы. Середина и конец XIX в. характеризуются бурным строительством элеваторов силосного типа в США. Сооружались элеваторы во Франции, Германии, Англии и в других странах Европы.

В связи с бурным развитием капитализма в России заметно усилилось строительство зернохранилищ. В 1879 г. недалеко от Риги было построено механизированное зернохранилище на 120000 пудов, а в 1887 г. на мельнице Башкировых в Нижнем Новгороде на 360 000 пудов. Первый элеватор общественного пользования (на 400000 пудов), построенный на средства местного земства, был открыт в Ельце в 1888 г. Значительный рост элеваторного хозяйства наблюдался в 90-е годы в период промышленного подъема и интенсивного строительства железных дорог. Этому способствовал рост внутренней торговли хлебом и особенно экспорт хлеба. Основную массу элеваторов в этот период строили железные дороги. Новый толчок для строительства усовершенствованных зернохранилищ и элеваторов в России дала аграрная реформа Столыпина. К 1910 г. в России на железных дорогах уже насчитывалось 75 элеваторов на 27 млн. пудов. До Великой Октябрьской социалистической революции (1917 г.) в России имелось всего около 150 элеваторов и механизированных складов, 800 немеханизированных хранилищ общественного пользования и свыше 4000 частновладельческих складов. В условиях социалистического хозяйства советского союза техническая база заготовки и хранения зерна неуклонно росла, и, хотя преобладали элеваторы небольшой вместимости (от 800 до 2000 т), она в основном удовлетворяла потребности государства, так как хлеб поступал от мелких крестьянских I хозяйств почти в течение всего года. Положение изменилось с переходом сельского хозяйства на путь колLECTIVизации, что привело к росту товарности зернового производства и проведению заготовок в более сжатые сроки. Уже в 1932 г. колхозы и совхозы дали 76,4 % валового производства зерна и 84,1% хлебозаготовок, а накануне 1941 г. на долю социалистического сектора приходилось 97% государственного хлебного фонда. За годы первой пятилетки было построено 360 элеваторов на 87000 т и зерновых складов на 4 млн. т зерна.

За годы довоенных пятилеток изменилось и географическое размещение элеваторов и складов. Большое количество элеваторов и зерновых складов было построено в восточных производящих районах (Сибирь, Казахстан). К 1951 г. вместимость элеваторов и складов в системе министерства заготовок составила 125 % к довоенному уровню. Кроме того, в стране имелось значительное количество хранилищ, находящихся в ведении предприятий пищевой промышленности. В 1957 г. в Москве был сдан в эксплуатацию полностью автоматизированный элеватор при мелькомбинате № 4. На этом элеваторе ведется централизованное автоматизированное управление всеми машинами и механизмами.

3.2 Классификация сооружений и оборудования для хранения сельскохозяйственной продукции.

Существуют различные типы зернохранилищ. Разнообразие их связано с целевым использованием, вместимостью, конструктивным исполнением.

Существуют следующие типы зернохранилищ:

Закрома – часть пространства в зернохранилище, огорожденная стенами небольшой высоты по отношению к размерам в плане и плоским или слегка наклонным полом.

Бункер – отличие от закрома тем, что имеет вид перевернутой пирамиды.

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

Силос – хранилище, высота стен которого минимум в полтора раза больше размеров в плане, а дно - обычно конусное.

Склад – помещение, в котором зерно хранят на плоском или на клоном полу или в закромах. Склад может быть частично или полностью механизированным.

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

Амбар – старинный тип зернохранилищ. Сходен со складом, но без окон. С большими дверьми и очень высоким порогом. Большие амбары разделены поперечными стенами и несколько отделений.

Механизированный амбар – отличается от механизированного склада тем, что в нем зерно хранят в бункерах.

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

Вентилируемый бункер – специализированное зернохранилище небольшой вместимости для хранения свежеубранного зерна.

Элеватор как зернохранилище характеризуется тремя особенностями: зерно хранят в сilosах; снабжен стационарными установками (механическими, пневматическими) для подъема зерна на верх в silосы; как сооружение представляет собой самостоятельную единицу.

Асфальтированная площадка – сооружение перед зерновыми складами для временного размещения зерна и очистки его на передвижных машинах.

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

Навес – хранилище без стен , но с крышкой и асфальтовым или другим полом.

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

К предприятиям элеваторной промышленности относятся в основном такие зернохранилища, как элеваторы и механизированные склады с рабочими башнями механизации, а так же заводы и цеха по подготовке семян различных культур. Эти предприятия – характерные представители поточно-производственных систем (ППС). ППС их однокомпонентны (зерновая масса) и многопоточны, с разветвленными маршрутами (или технологическими потоками).

3.3 Перспективы развития материально-технической базы для хранения сельскохозяйственной продукции

Активность государства и частных инвесторов привели к тому, что Россия создала фундаментальные предпосылки для поступательного и планомерного наращивания объемов производства зерна, которые к 2015 году должны составить 120-122 млн. тонн в год.

Зерновые (закупочные и товарные) интервенции, приводящие к накоплению огромных переходящих запасов зерна, не могут эффективно влиять на внутренний зерновой рынок.

Необходим комплекс мер, развивающих экспортный потенциал страны и приводящий к опережающему развитию экспортно-ориентированной инфраструктуры зернового рынка:

- к 2015 году необходимо нарастить экспорт зерна из России с 21 до 40 млн тонн в год;
- увеличить объем элеваторных мощностей линейных и консолидирующих элеваторов минимум на 20 млн тонн с 32 до 52 млн тонн. А также увеличить их оборачиваемость минимум в 1,5 раза;
- нарастить объем перевозки зерна маршрутными поездами. Создать и внедрить систему эффективной логистики, опирающуюся на современные технологии

планирования товарных потоков. Обновить, а при необходимости расширить парк вагонов зерновозов;

- обеспечить экспортно-ориентированную инфраструктуру зернового рынка портовыми перевалочными мощностями, увеличив их мощность по перевалке с 22 до 40 млн тонн в год.

На основании Указа Президента Российской Федерации № 290 от 20.03.2009 г. разработана, согласована заинтересованными министерствами и ведомствами и утверждена Советом директоров Стратегия, нацеленная на опережающее развитие экспортного потенциала России, элеваторной, транспортно-логистической и портовой инфраструктуры зернового рынка до 2015 года.

Одной из основных задач является перенаправление потоков зерна закупаемых государством с целью регулирования рынка, а также собственных объемов зерна с внутреннего рынка на экспорт, за счет расширения существующих рынков сбыта и выхода на новые для России зерновые экспортные рынки.

Достижение стратегического целевого показателя объемов экспорта предусматривает развитие инфраструктуры зернового рынка по следующим направлениям:

- увеличение объемов элеваторных мощностей;
- увеличение портовых мощностей;
- создание эффективной транспортной компании современных вагонов-зерновозов.

Реализация стратегии развития позволит внедрить новейших технологии складской и транспортной логистики.

Планируется развитие следующих основных инфраструктурных проектов:

- строительство глубоководного зернового терминала на Черном море с годовой мощностью перевалки зерна 8 млн т;
- реконструкция Новороссийского комбината хлебопродуктов и увеличение его мощности на 2,5 млн т;
- строительство Дальневосточного зернового терминала мощностью 4 млн т;
- формирование экспортно-ориентированных каналов сбыта зерна за счет строительства и реконструкции линейных и консолидирующих элеваторов с объемом элеваторных мощностей в 6,6 млн т;
- создание транспортной компании с парком вагонов-зерновозов в 3,5 тыс. шт.

Для расширения российского зернового экспорта необходимо:

- диверсифицировать каналы вывоза зерна на экспорт;
- расширить традиционные рынки сбыта;
- начать масштабные поставки зерна на нетрадиционные рынки.

При этом Россия не должна ждать, когда мировой рынок увеличит объем заявок на российское зерно, но должна предлагать его всем потенциальным покупателям опережающими темпами.

Существует понимание необходимости социально-экономического развития Сибирского федерального округа и Дальнего востока. Виден огромный потенциал регионов Сибири по увеличению объемов производства качественного продовольственного и фуражного зерна и организации его морской перевалки в направлении стран Восточной и Юго-Восточной Азии.

Весь экспортный потенциал России в направлении стран Азии невозможно реализовать только с использованием морской перевалки в портах Дальнего востока.

Экономический рост государств ЮА и ЮВА и увеличение благосостояния населения этих стран показывают большой потенциал по росту объемов потребления зерна (прежде всего качественной пшеницы) в регионе. Потенциал ЮВА по росту импорта зерна к 2018 году оценивается экспертным сообществом в объеме до 36 млн тонн в год.

В регионе ВА сосредоточены крупнейшие мировые импортеры зерновых культур Япония и Южная Корея с потенциалом роста объемов импорта зерна к 2018 году до 28,4 и 12,2 млн тонн в год соответственно.

Сейчас объемы экспорта российского зерна в страны ВА и ЮВА незначительны и никак не соответствуют потенциальному региону. Да, с одной стороны наша доля очень мала, с другой - это означает, что у России огромный потенциал роста.

Развитие потенциала расширения экспорта зерна в Восточном направлении может быть достигнуто большими организационными усилиями при соблюдении сжатых сроков инвестирования средств в развитие инфраструктуры.

При поддержке государственных органов власти, в стратегическом партнерстве с крупнейшим оператором ж/д перевозок зерна готов к осуществлению проект по обеспечению канала сбыта зерна на экспорт для производителей зерна Сибири и Дальнего востока, включающего Дальневосточные морские зерновые терминалы, транспортную компанию, консолидирующие зерновые потоки элеваторы, операторов зернового рынка.

Обеспечивать рынки Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии продуктами, отвечающими современным международным требованиям по качеству и безопасности зерновой торговли, в том числе:

- широкий ассортимент зерновых культур (от качественной продовольственной пшеницы 3 и 4 классов до высококлассной твердой пшеницы);
- необходимое качество зерна и унификация требований по безопасности с контролирующими органами стран-импортеров;
- бесперебойность поставок продукции по формуле «ТОЧНО-И-В СРОК»;
- необходимая грузовая логистика от мелкотоннажного флота и контейнерных поставок до поставок судами типа «панамакс» объемом до 60 тыс. тонн;
- диверсифицированные, независящие от природных факторов каналы поставок зерна, в том числе Черноморские и Дальневосточные порты;
- готовность осуществлять поставки зерна по долгосрочным контрактам.

Обеспечивать поставки зерна рынкам Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии по межправительственным соглашениям и гуманитарным каналам.

Приоритетными задачами при осуществлении экспортных поставок российского зерна в страны Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии станут:

- решение проблемы соответствия российского зерна международным стандартам качества через внедрение экспортного стандарта качества ОЗК на российское зерно;
- совместно с Россельхознадзором России обеспечение унификации требований по безопасности продукции к поставляемому российскому зерну со стороны официальных фитосанитарных и карантинных органов России и стран-потребителей, что позволит ускорить процесс оформления экспортных сертификатов и исключить риски несоответствия качества российского зерна требованиям страны-импортера;
- за счет модернизации существующей логистической инфраструктуры и введения в строй новых элеваторных и портовых мощностей предоставление конечным потребителям гарантии по соблюдению контрактных обязательств по качеству, срокам и регулярности поставок;
- создание транспортной инфраструктурной компании с собственным железнодорожным парком для осуществления функции консолидации отгрузок зерна и маршрутизации отправок с узловых консолидирующих элеваторов. Данная задача реализуется в тесном партнерстве с транспортными компаниями и операторами зернового рынка;
- организация логистической компании для консолидации зерновых потоков и диспетчеризации перемещения зерна по всей цепочке и оперативной ликвидации разрывов в поставках, начиная от склада сельхозпроизводителя до момента передачи зерна конечному потребителю, контроля сроков отгрузки, состояния зерна и соблюдения требований к перевозке;

- совместно с независимыми сюрвейерскими компаниями обеспечение контроля качества зерна в местах производства, хранения и накопления в соответствии с международными требованиями по качеству за счет использования оборудования, соответствующего международным стандартам ИСО, и применения современных технологий определения и контроля качества;
- организация взаимодействия с российскими операторами зернового рынка, а также с международными компаниями для эффективного использования совместного потенциала при поставках зерна через Восточный коридор;
- открытие офисов в ключевых странах региона для постоянного контакта с потребителями, переработчиками и государственными органами, для обеспечения интересов компании при доставке зерна в порты назначения, а также для увеличения объемов отгрузок компании;
- организация представительств компании в регионах производства зерна для обеспечения постоянного, массового, долговременного спроса на зерно у сельхозпроизводителей.

1.2 Лекция №2 (2 часа)

Тема: «Оборудование для приемки и погрузки сельскохозяйственной продукции»

1.2.1 Вопросы лекции:

- 1.1 Автомобиле- и вагоноразгрузчики
- 1.2 Весовое оборудование
- 1.3 Оборудование для погрузочных операций

1.2.2 Краткое содержание вопросов

Наименование вопроса №1 *Автомобиле- и вагоноразгрузчики*

Автомобилеразгрузчики. Основным средством механизации выгрузки и семян масличных культур из автомобилей и автопоездов на хлебоприемных предприятиях являются автомобилеразгрузчики. Различают автомобилеразгрузчики стационарные и передвижные, проездные и тупиковые, оборудованные гидравлическим и электромеханическим приводом. Автомобилеразгрузчики могут выгружать зерно из автомобилей через задний или боковой борт, а прицепы только через боковой борт.

Стационарные автомобилеразгрузчики устанавливают на фундаменте; в большинстве случаев они проездные (автомобили въезжают и съезжают с платформ передним ходом) и служат для разгрузки для разгрузки зерна из большегрузных автомобилей и автопоездов.

Передвижные автомобилеразгрузчики без специального фундамента; они, как правило, тупиковые; их в основном используют на разгрузке одиночных автомобилей небольшой грузоподъемности. Грузоподъемность стационарных автомобилеразгрузчиков принята 20, 30 и 50 т, а длина их платформ в основном позволяет разместить одиночные автомобили, а также автопоезда с одним прицепом.

Автомобилеразгрузчик ГУАР-15 предназначен для выгрузки зерна через задний борт одиночного автомобиля. Его выпускают в двух исполнениях: ГУАР-15С – стационарный проездной и ГУАР-15П – передвижной тупиковый. На стационарном автомобилеразгрузчике можно разгружать также автоприцепы после их расцепки.

На раме автомобилеразгрузчика ГУАР-15С закреплены разъемные подшипники платформы. В ее продольных балках установлены оси самоустанавливающихся упоров для задних колес автомобиля. К фундаменту раму крепят при помощи болтов. Проездная решетка шарнирно прикреплена к торцу платформы и при подъеме платформы опускается.

Гидросистема включает масляный насос лопастного типа, приводимый во вращение от электродвигателя мощностью 10 кВт, два гидродомкрата с внутренним диаметром 200 мм и рабочим ходом 880 мм, бак для масла емкостью 100 л, трубопровод, краны управления с электромагнитным и ручным приводом и обратный клапан. Насосная станция установлена на подвижном основании, благодаря чему не требуются гибкие трубопроводы для масла. Это повышает надежность гидросистемы, рабочее давление в которой 50×10^5 Па.

Работает автомобилеразгрузчик следующим образом. После въезда на платформу со стороны проездной решетки груженого автомобиля и подгона его задних колес к самоустанавливающимся упорам, поднятым в рабочее положение, шофер выключает двигатель, включает первую передачу, ставит автомобиль на тормоз и покидает кабину. Затем он открывает задний борт. Машинист автомобилеразгрузчика, убедившись в том, что соблюдаются все правила техники безопасности, на пульте управления нажимает кнопку «Подъем», а затем «Пуск».

Включенный в работу насос подает масло через обратный клапан в гидродомкраты, которые поднимают (поворачивают) платформу на заданный угол. Когда поршни дойдут до крайнего верхнего положения, открываются перепускные окна, через которые масло перекачивается обратно в бак. В этом положении поршней домкрата масло циркулирует в системе, а платформа находится в поднятом состоянии.

Для опускания платформы необходимо нажать кнопку «Спуск», которая связана с приводом крана управления. Электромагнит выключается, плунжер крана под действием под действием пружины опускается и открывает канал для слива масла из гидродомкратов в бак. Под действием силы тяжести платформа опускается. При необходимости платформа может быть остановлена в любом положении нажатием кнопки «Стоп».

Для увеличения грузоподъемности автомобилеразгрузчик модернизирован, его выпускают под маркой ГУАР-15У. Грузоподъемность 18 т, длина платформы увеличена на 2000 мм и составляет 8250 мм, а общая длина автомобилеразгрузчика 12770 мм, ширина 3000 мм, высота 1505 мм. Платформа усиlena, на ней установлены вторые упоры для колес.

Вагоноразгрузчики. Средства для механизированной разгрузки железнодорожных вагонов можно разделить на следующие виды:

1. Средства частичной механизации периодического действия, требующие больших затрат физического труда. К ним можно отнести одинарную механическую лопату, сдвоенную механическую лопату ТМА-2М и передвижной разгрузчик ВР-VI, представляющий собой две механические лопаты, соединенные с передвижным ленточным транспортером.
2. Устройства для выгрузки зерна непрерывного действия, требующие перемещения внутри вагона. Среди таких устройств можно назвать скребковый подгребатель ПС-1, шнековый самоподаватель ЗРТ, а также пневматические перегружатели SE-40, SD-40, фирмы «Нагема» и ПУБК, сопла которых также переносят вручную по зерновой насыпи.
3. Механизмы для разгрузки вагона, которыми управляют дистанционно с пульта. К ним относят машины ВМХ, МГУ, шнековый самоходный разгрузчик и т.д. Все они имеют самоходную часть, на которую установлены заборный и отвальный механизмы.
4. Вагоноразгрузчики, имеющие подвижную платформу, на которой закрепляется вагон. Разгрузка вагона обеспечивается движением или наклоном этой платформы, что способствует вытеканию зерна из вагона самотеком.

3.2 Наименование вопроса №2 Весовое оборудование

Правильное взвешивание зерна и продуктов его переработки на элеваторах и складах имеет большое значение. Операцию взвешивания применяют: при приемке, обработке, сушке и отгрузке зерна; при инвентаризации зерна и продуктов его

переработки; при передаче зерна одним ответственным лицом другому; при переработке зерна в муку, крупу и комбикорма.

К весам предъявляют следующие требования: а) точность показаний — погрешность весов не должна превышать допустимых пределов для данной конструкции весов; для большинства весов, применяемых в элеваторной промышленности, допускается погрешность по классу 1а $\pm 0,1\%$ при полной нагрузке весов, т. е. $\pm 0,001$ грузоподъемности весов; б) устойчивость — способность весов вернуться в исходное положение равновесия после выведения их из этого положения; в) неизменяемость показаний при повторных взвешиваниях одного и того же груза; г) чувствительность — способность весов выходить из состояния равновесия под нагрузкой возможно меньшей массы продукта.

Весы классифицируют: а) по точности взвешивания предусматривают несколько классов: от $\pm 0,00001\%$ (весы пятого класса точности) до $\pm 0,1-0,5\%$ (весы первого класса точности); б) по способу установки — стационарные и передвижные; в) по механизму, показывающему массу (указательному прибору), гирные, шкальные, циферблочные и цифропоказывающие; г) по конструкции — платформенные, ковшовые, автоматические порционные; д) по основному механизму взвешивания — рычажные (с равноплечими и неравноплечими рычагами) и с упругими элементами (электротензометрическими и пневматическими); е) по принципу работы — периодического действия и непрерывного (конвейерные).

В элеваторной промышленности применяют весы в зависимости от их назначения: платформенные, автомобильные, вагонные, ковшовые, автоматические порционные и ленточные.

3.3 Наименование вопроса №3 *Оборудование для погрузочных операций*

Оборудование для комплексной механизации погрузочных работ должно: а) иметь максимальную производительность при разгрузке и погрузке зерна и продуктов его переработки; б) обеспечивать по возможности полную механизацию работ; в) иметь одинаковую производительность, если входит в транспортную линию; г) не допускать травмирования и потерю зерна при его транспортировании; д) быть надежным в работе, простым в обслуживании и иметь минимальную энергоемкость; е) соответствовать требованиям техники безопасности и санитарных норм и др.

Зерногрузчики предназначены для забора зерна и початков кукурузы из насыпи и погрузки их в автомобили и вагоны. Их также широко используют для охлаждения зерна на открытых площадках и в складах.

Ковшовый шnekовый погрузчик КШП-5. Нория при помощи шнеков забирает зерно из насыпи и подает его на поворотный транспортер 2 и далее к месту выгрузки. Рабочий орган нории — ковшовая цепь с девятью ковшами. Она огибает звездочки приводного, натяжного и отклоняющих валов и приводится в движение от электродвигателя через клиноременную и цепную передачи. Цепь нории движется по деревянным направляющим. Нория шарнирно крепится к тележке и может подниматься и опускаться при помощи гидравлического механизма, управляемого с переносного пульта. Высота подъема от 0 до 200 мм.

Поворотный ленточный транспортер 2 состоит из сварной рамы, приводного и натяжного барабанов, приемного устройства, ленты и механизмов подъема и поворота. Рама транспортера закреплена на поворотном круге и при помощи гидравлического механизма может поворачиваться в горизонтальной плоскости на 180° . Кроме того, механизм подъема транспортера, представляющий собой винтовой домкрат, позволяет изменять угол наклона транспортера по вертикали, в пределах от 13 до 23° .

Колесная тележка 3 состоит из сварной рамы, двух ведущих колес, двух редукторов, двух поворотных колес и двух электродвигателей. Привод ведущих колес раздельный, что позволяет поворачивать тележку вокруг оси ведущих колес.

Гидрооборудование погрузчика состоит из шестеренчатого насоса, приводимого в движение от электродвигателя мощностью 0,8 кВт через цилиндрический редуктор масляного бака вместимостью 7 л, двух гидроцилиндров и системы шлангов высокого и низкого давления. Управляют работой гидрооборудования дистанционно с переносного пульта управления. Его соединяют со щитом электроаппаратуры четырехжильным кабелем. Передача 12 команд обеспечивается релейно-полупроводниковой схемой. Погрузчик оборудован низковольтным освещением и сигналом.

Техническая характеристика погрузчика КШП-5: производительность, т/ч: на зерне 100, на кукурузе в початках 60; ширина захвата 1800 мм; угол поворота транспортера 180°; скорость передвижения самоходом 0,1 м/с; вместимость ковша нории 30 л; дорожный просвет (при поднятой нории) 180...200 мм; мощность электродвигателей 10,6 кВт; высота сброса зерна, мм: максимальная 2880, минимальная 1870.

Универсальный механический погрузчик МГУ. Предназначен для погрузочно-разгрузочных работ с зерном и трудносыпучими слеживающимися продуктами (соль, мел и др.). Его применяют в складах, на открытых площадках, а также при разгрузке железнодорожных вагонов.

При помощи заборных шнеков 3 продукт подается к цепной нории 2, которая поднимает его на поворотный отгрузочный транспортер 8. Для рыхления слеживающихся продуктов смонтировано специальное устройство - навесной рушитель с лопастным шнеком 4, который приводится в движение от верхнего вала нории.

Нория 2, транспортер 8 и лопастной шnek 4 получают вращение от электродвигателя мощностью 7,5 кВт через редуктор и цепную передачу, огражденную кожухом 5. Для подъема и опускания нории и шнеков в погрузчике имеется специальная гидросистема с индивидуальным электроприводом.

Отгрузочный транспортер подвешен на тросах с винтовыми стяжками 7, позволяющими вручную изменять угол наклона стрелы в пределах от 12 до 25°. Поворот транспортера в горизонтальной плоскости на 170° осуществляется также вручную. Все узлы погрузчика смонтированы на гусеничной тележке 1, которая приводится в движение от двух электродвигателей мощностью 1,1 кВт каждый.

Управление погрузчиком дистанционное с пульта управления. Расчетная производительность погрузчика 60 т/ч, мощность электродвигателей 10,3 кВт.

1.3 Лекция №3 (2 часа)

Тема: «Внутрицеховое транспортное оборудование»

1.3.1 Вопросы лекции:

- 1.4 Ленточные нории
- 1.5 Ленточные и скребковые транспортеры
- 1.6 Шнеки, метательные транспортеры
- 1.7 Подвесные контейнеры

1.3.2 Краткое содержание вопросов

Наименование вопроса №1 *Ленточные нории*

В качестве непрерывнодействующих машин для транспортирования зерна и продуктов его переработки снизу вверх применяют ковшовые нории.

Ленточные нории предназначены для транспортирования сыпучих грузов по вертикали снизу вверх. Тяговым органом нории служит резинотканевая плоская лента, а рабочим – ковш. Нории имеют два барабана: верхний приводной 1 и нижний натяжной 6. На барабаны натягивается бесконечная лента 3, на которую болтами закрепляют ковши 4. Верхний барабан вращается в направлении, показанном на рисунке стрелкой. Этот барабан приводится в движение электродвигателем, как правило, через редуктор.

Благодаря трением между приводным барабаном и лентой она приходит в движение, а с нем перемещаются и ковши с продуктами. Нижний барабан также вращается из-за трения между лентой и этим барабаном. Силу трения регулируют путем натяжения лентой специальным устройством.

В приемные носки нории 7 или 8 загружают продукт, подлежащий перемешиванию. Лента предназначена на ней ковшей и подъема их снизу вверх. В нориях применяют плоские резинотканевые ленты шириной до 1200 мм. Для изготовления лент используют х/б ткань специального плетения. Лента состоит из 3-8 прокладок указанной выше ткани с прослойками резины. Ковшами он поднимается вверх, где под действием силы тяжести и центробежной силы высыпается через разгрузочный патрубок 2 нории в самотечную трубу.

Ковши предназначены для захвата, подъема и выгрузки продукта. Их изготавливают из листовой стали. Форма ковша зависит от особенностей продукта и скорости ленты. Используют ковши трех типов: тип 1 – мелкие для мучнистых продуктов, тип 2 (средние) и тип 3 (глубокие) – для зерна. Кроме того, ковши типа 3 используют для перемещения комбикормов. Ковши прикрепляют к ленте специальными болтами, которые имеют плоскую головку с двумя шипами на внутренней стороне. На ленте шириной более 600 мм ковши располагают в два ряда в шахматном порядке. Для повышения производительности нории применяют ковши без дна, а также ковши с дном специальной конструкции. Ковши без дна представляют собой усеченную четырехугольную пирамиду, открытую снизу и сверху. Ковши крепят болтами к ленте с зазорами 1-2 мм. Через каждые 10-15 ковшей без дна устанавливают один ковш с плоским дном. При подъеме продукта на ленте образуется зерновой столб. Как показал опыт эксплуатации нории, с ковшами без дна, их производительность увеличивается примерно в 1,3-1,6 раза.

При поступлении продукта через приемный носок 7 ковши только зачерпывают его. Если продукт подается через носок 8, то кроме зачерпывания, происходит засыпание ковшей продуктом, что увеличивает коэффициент их заполнения. Поэтому носок 8 размещен несколько выше носка 7. При установке нории стараются подавать продукт через носок 8, а если это невозможно, продукт направляют в носок 7. Верхнюю часть нории называют головкой, а нижнюю башмаком. Головка и башмак соединены вертикальными трубками 5, в которых движется лента с ковшами.

Типы норий. Нории типа 1 изготавливают в одинарном и сдвоенном исполнении, а типа 2 – в одинарном исполнении. В сдвоенном исполнении нории имеют не одну, а две ленты с ковшами и соответственно два приемных носка и два разгрузочных патрубка, по два барабана вверху и внизу, но привод один. Труба по ширине в два раза больше одинарной нории.

Нория 1 – 10 – приводится в движение от электродвигателей через червячный редуктор. Натяжное устройство винтовая нория имеет монтажный люк и несколько смотровых секций. Их устанавливают на каждом этаже. Приемный носок расположен с одной стороны против хода ленты.

Нория 2 – 50 – приводится в движение от электродвигателя. Привод и подшипники вала барабана головки опираются на железобетонные трубы, которые возводят совместно с перекрытием. Поступление продукта в приемные носки башмака регулируют задвижками. Разгрузочный патрубок головки нории производительностью более 50 тонн в час расположен под углом 45° к горизонту.

Нория 2 – 100 – конструкция такая же как нории 2 – 50, но поступление зерна в приемные носки регулируют штурвалом.

Нория 2 – 175 – диаметр барабана головки равен 1160 мм, а башмака – 800 мм. Поэтому оси барабана смешены на $(1160 - 800)/2 = 180$ мм.

Нория 11 – 350 – по конструкции такая же как нория 2 – 175. На элеваторах эти нории используют в основном на приемке зерна из железнодорожных вагонов.

Нории с ковшами без дна. Нории У2 – УН – 175 отличаются от серийно выпускной нории 2 – 175 габаритами, более широкой номенклатурой перемещаемого продукта.

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

Нория имеет ковши двух типов: без дна 4 – 100 – 2а и с дном 4 – 100 – 2б. Оборудовано контрольными приборами: датчиком уровня СУМ – 1, датчиком УПДС.

Производительность нории У2 – УН – 175 – 175 тонн в час, У2 – УН - 280 – 280 тонн в час.

Нория У2 – УН - 280 создана на базе серийной выпускаемой нории 2 – 175 и по конструкции в основном не отличается от нории У2 – УН – 175. Она дополнительно снабжена взрыворазделительными устройствами, два из которых находятся в башмаке, а одна – в головке.

3.2Наименование вопроса №2 Ленточные и скребковые транспортеры

Ленточные транспортеры предназначены для перемещения в горизонтальном, наклонном и комбинированном направлениях сыпучих кусковых материалов, а также штучных грузов – мешков, ящиков. Их применяют на элеваторах, складах для зерна, мельницах, крупяных, комбикормовых и кукурузообрабатывающих заводах.

Транспортер состоит из станины, двух концевых барабанов, соответственно приводной и лямочной станин, и одного поворотного; лента, которая огибает эти барабаны, верхних лотковых и нижних прямых роликоопор, установленных на станине транспортера и поддерживающих ленту. В некоторых случаях часть роликов заменяют неподвижным. Приводной барабан получает вращение от электродвигателя. Лента выполняет функции тягового и несущего органа транспортера.

Перемещаемый материал подают на верхнюю (рабочую) ветвь ленты, нижняя ветвь ленты – возвратная (холостая). Загружают ленту через одну или несколько воронок, установленных по длине транспортера, а разгружается она через концевой барабан или в промежуточных пунктах разгрузочной тележкой.

По конструктивному исполнению ленточные транспортеры разделяют на стационарные, секционно-разборные (переносные) и передвижные.

Стационарные ленточные транспортеры выпускают с лентами шириной 500, 650 и 800 мм по ГОСТ-1062463.

В элеваторной промышленности особенно большое распространение получили ленточные транспортеры из-за своей простоты, малого расхода энергии, большой производительности и относительно невысокой стоимости. Ленточные транспортеры успешно применяют как для перемещения зерна насыпью и для семян, муки, крупы, комбикормов, отходов. Другие виды транспортеров имеют значительно меньшее применение.

В зерновых транспортерах применяют хлопчатобумажную, прорезиненную ленту с числом прокладок от 3 до 5, наложенных друг на друга. Иногда снаружи ленту покрывают резиновой обкладкой.

Согласно ГОСТ 20-60 ленты выпускают из ткани бельтинг Б-820 и ОПБ-12. Число прокладок определяют расчётом.

Ролики для ленточных транспортеров, в зависимости от характера груза, производительности и некоторых других условий, имеют различную конструкцию. Для транспортирования сыпучих грузов при небольшой производительности применяют двухроликовую опору, а при больших – трёхроликовую.

Прямые цилиндрические ролики чаще делают из отрезков газовых труб, а в двух и трёхроликовых опорах – из чугуна.

Угол, образуемый двумя смежными роликами в двух и трёхроликовых опорах, не должен 45-50 градусов во избежание быстрого износа ленты. Зазор между роликами

должен быть минимальным, а кромки закруглёнными для предотвращения защемления и разрезания ленты.

ПРИВОДНАЯ СТАНЦИЯ. Привод транспортёра может быть осуществлён несколькими способами: ремнём от шкива трансмиссии непосредственно на ось вала барабана, ремнём через контрпривод с ремённой или зубчатой передачей, через редуктор, через шиноремённую передачу.

В практике встречаются все названные виды приводов: первые главным образом для транспортёров с небольшой производительностью.

НАТЯЖНАЯ СТАНЦИЯ. Применяют 4 типа натяжных станций: горизонтальную, с винтовым натяжением, с грузовыми и дифференциальными устройствами и вертикальную грузовую. Винтовые натяжные станки ставят только на транспортёры небольшой длины. Грузовые натяжные станки имеют преимущество перед винтовыми, так как они поддерживают постоянное натяжение ленты.

Натяжные барабаны изготавливают выпуклыми, но их диаметр будет меньше чем приводных.

ПОВОРОТНЫЕ БАРАБАНЫ. Устанавливают в тех местах, где нужно изменить направление движения ленты.

СТАНИНА ТРАНСПОРТЁРА. Она может быть деревянной, сделанной из брусков и досок, или металлической, сделанной из сварных рам из уголков и швеллеров. Иногда вместо станины устанавливают только отдельные металлические или железобетонные опоры.

Для передвижения ленточных транспортёров установлены следующие максимально допустимые углы наклона:

- при прерывистой загрузке $d(\max)=0,6/0,7r$
 - при непрерывной загрузке $d(\max)=0,7/0,75r;$
- где r – угол естественного откоса продукта в движении.

Все существующие конструкции передвижных ленточных транспортёров делятся на следующие 6 типов:

Тип I – транспортёры не имеют устройства для изменения угла наклона. Это осуществляют при помощи подкладок под колёса или опусканием приёмной части в специально вырытую яму;

Тип II – транспортёры имеют винтовое устройство, позволяющее перемещать ферму относительно оси колёс и тем самым изменять высоту;

Тип III – транспортёры имеют ферму из двух шарнирно соединённых между собой половин. Часть фермы, несущая приёмный ковш, тесно связана с осью. Ковшевая часть фермы может подниматься и опускаться;

Тип IV – транспортёры с телескопическим устройством, позволяющим изменять в определённых пределах их длину;

Тип V – транспортёры имеют лебёдку для подъёма фермы или другие устройства;

Тип VI – переносные и секционные транспортёры. Лёгкая ферма небольшой длины (3,5 – 6 м) позволяет переносить или передвигать их на катках на небольшие расстояния.

Ленты в передвижных транспортёрах приводятся в движение от электродвигателя через ремённую с контрприводом и зубчатую передачу или через шиноремённую. Имеются транспортёры, приводимые в движение при помощи встроенного в приводной барабан электродвигателя.

Длина передвижных транспортёров обычно не превышает 15 м. Чаще всего применяют транспортёры длиной 6 – 10 м.

Скребковые транспортеры. Под понятием скребковые транспортеры подразумевается группа машин непрерывного действия с тяговым элементом, отличительным признаком которых являются рабочий орган, выполненный в виде скребка. Скребковые транспортеры обычно классифицируют по этому признаку и с его учетом их подразделяют на транспортеры.

Со сплошными высокими скребками (высота скребка приблизительно равна высоте желоба, в котором перемещается груз), с погруженными скребками. К транспортерам с погруженными скребками относят транспортеры со сплошными низкими скребками, контурными скребками, трубчатые.

Область применения скребковых транспортеров достаточно широка. Их используют на предприятиях пищевой и зерноперерабатывающей промышленности, в угольных шахтах, в химической промышленности для транспортирования сыпучих и кусковых грузов. Возможность изготовления герметичного желоба позволяет применять их для транспортировки пылящих грузов.

К достоинствам скребковых транспортеров относят простоту конструкции, герметичность желобов, возможность загрузки и выгрузки в любой точке горизонтального или наклонного участка трассы. Недостатками является сравнительно быстрый износ шарниров цепи и желоба, повышенная мощность привода вследствие трения груза и скребков о желоб, истирание частиц транспортирующего груза.

Состоит из тягового элемента 2 С прикрепленными к нему скребками 3. груз, подаваемый в желоб 7, захватывается скребками и перемещается к разгрузочным устройствам 6 (их может быть несколько, если необходима разгрузка в промежуточных точках). Тяговый элемент перемещается на ходовых ремнях по направляющим шинам 4 и огибает приводные и натяжные звездочки.

Рабочей является нижняя ветвь тягового элемента. Однако в зависимости от схемы и назначения транспортера рабочей может быть и верхняя ветвь тягового элемента или сразу обе ветви.

Скребковый транспортер с высокими скребками может перемещать груз в горизонтальном, наклонном, наклонно-горизонтальном и горизонтально-наклонном направлениях. Угол наклона обычно не превышает 35 градусов.

Основные отличия рассматриваемых транспортеров от скребковых транспортеров других типов - это размеры и форма скребка. Она может быть прямоугольной, трапецеугольной и полукруглой. Тяговым элементом обычно служат пластинчатые катковые цепи. Желоб сварной или штампованный из листовой стали толщиной 4-5мм. Желоб в поперечном сечении повторяет форму скребка.

Причем зазоры между скребками и желобом не превышают 3-5мм. Для натяжения тягового элемента используют винтовые или пружинно-винтовые устройства.

Устройство транспортера со сплошными низкими скребками. Основное отличие заключается в форме скребков 1, а также в форме поперечного сечения желоба 2, который обычно полностью закрывает и нижнюю (рабочую), и верхнюю (холостую) ветви тягового элемента. Нижняя рабочая ветвь, по дну желоба, увлекает за собой весь слой груза.

Скребки могут быть изготовлены из стальной полосы или стержней, которые в одноцепном транспортере приваривают к звеньям цепи при помощи шплинтов или болтов. Желоб, кроме указанной выше формы, может представлять два отдельных желоба для верхней и нижней ветви тягового элемента.

На хлебоприемных предприятиях цепные транспортеры устанавливают в нижних галереях складов, на подаче зерна из-под стационарных сушилок и в других местах. Применяют их в элеваторах в качестве надсилюсных и подсилюсных транспортеров, а также для передачи зерна из элеватора на мукомольный завод.

Производительность горизонтальных цепных транспортеров с погруженными скребками достигает 200 т/ч при трассе длинной до 100м, высота вертикальных транспортеров не превышает 30М.

Рекомендуются следующие скорости скребковой цепи (м/с), для пшеницы, ржи, кукурузы, ячменя и овса $V=0.3-0.45$ для проса и гороха $M=0.2-0.25$ для муки $V=0.25-0.35$ для отрубей и комбикормов $V=0.25-0.4$.

3.3 Наименование вопроса №3 Шнеки, метательные транспортеры

Метательные транспортеры не перемещают продукт, а забрасывают его со скоростью 15...18 м/с. Эти механизмы применяют для внутри складских работ с сухим зерном, а также при загрузке складов для зерна. Они, как правило, входят в устройство вагоноразгрузчиков ШВЗ и ТМЗ.

По приемному патрубку продукт поступает на быстро движущуюся ленту 4 и, приобретая скорость ленты (15...18 м/с), сходит с нее примерно с той же скоростью. Транспортер имеет три барабана: приводной 5, натяжной 2 и прижимной 3, который способствует более быстрому приобретению продуктом скорости ленты.

По приемной трубе 3 продукт поступает к лопастям крыльчатки, которая выбрасывает его через патрубок 1. Крыльчатка вращается от электродвигателя 5. Благодаря кольцевому подшипнику 4 транспортер можно поворачивать вокруг вертикальной оси и таким образом разбрасывать продукт на 360°.

В дисковом метательном транспортере продукт поступает на горизонтально расположенный диск 2 с лопастями (ротор). Диск заключен в кожух 1, имеющий два патрубка 6. Под действием центробежной силы продукт забрасывается с диском на две стороны через патрубки 6. Движение на вал 3 передается от электродвигателя 5 через клиноременную передачу 4.

Достоинства метательных транспортеров — возможность заброски продукта в такие места, куда нельзя подать продукт другими транспортирующими механизмами. Кроме того, зерно при заброске (при его полете) несколько охлаждается.

К недостаткам относятся ограничение дальности перемещения продукта, большой расход электроэнергии, повышенное выделение пыли, сильное уплотнение продукта, затрудняющее его разгрузку и снижающее срок хранения.

Винтовые транспортеры (шнеки). На зерноперерабатывающих предприятиях используют машины и устройства непрерывного транспорта без тягового элемента. Груз перемещается в результате действия сил давления, инерции. К рассматриваемым типам машин относят винтовые, инерционные и вибрационные транспортеры, транспортирующие трубы, приводные роликовые транспортеры и другие машины и устройства. Наибольшее распространение получили винтовые транспортеры.

Винтовые транспортеры предназначены для перемещения под любым углом наклона зерна, муки, отрубей и отходов, получаемых после очистки зерна.

Стационарные винтовые транспортеры (горизонтальные и с наклоном до 20°) применяют в сушильно-очистительных башнях и элеваторах; передвижные и самоходные винтовые транспортеры (с переменным углом наклона)-для перемещения зерна на верхний транспортер склада для зерна и погрузки зерна в автомобильный и железнодорожный транспорт.

Принцип действия винтовых транспортеров основан на непрерывном перемещении продукта вращающимся винтом в неподвижном желобе, причем продукт движется вдоль винта подобно гайке.

Различают тихоходные и быстроходные винтовые транспортеры. В тихоходных горизонтальных и пологонаклонных транспортерах (с числом оборотов обычно не более 200 в минуту) продукт удерживается от проворачивания с винтом силой тяжести и трением о желоб U-образной формы.

В быстроходных кругонаклонных и вертикальных транспортерах (число оборотов достигает 500 в минуту и более) продукт вращается с винтом, однако трение о цилиндрический кожух, возникающее от действия центробежных сил, ограничивает скорость вращения продукта, благодаря чему он одновременно скользит вдоль винта, двигаясь по спирали.

Винтовые транспортеры состоят из следующих основных частей : винта, образованного спиральной поверхностью, приваренной к трубчатому валу ; желоба или цилиндрического кожуха с выпускными патрубками; промежуточных (подвесных) и

концевых подшипников, один из которых упорный, и привода. В передвижных транспортерах есть также ходовая часть и механизм для изменения наклона шнека.

Рабочим элементом винтовых транспортеров является винт. Его поверхность может быть сплошной, ленточной или в виде отдельных лопастей.

Сплошные винты используют для транспортирования хорошо сыпучих грузов, ленточные - слеживающихся. Транспортеры с лопастными винтами применяют при перемещении вязких грузов или при необходимости перемешивать груз. ГОСТ 2037-65 предусматривает следующий ряд стандартных диаметров сплошных винтов: 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,65; 0,8 м.

Вал, к которому крепят винтовую поверхность, состоит, как правило, из отдельных секций, что облегчает сборку транспортера; он может быть как сплошным, так и пустотелым. Преимуществами пустотелых валов является то, что они при одной и той же прочности со сплошными менее металлоемки и секции с такими валами просты в соединении; для этого достаточно насадить две соседние секции на короткие сплошные валики.

Подшипники, в которых крепят вал винта, подразделяют на концевые и промежуточные.

Для снижения вредных сопротивлений и обеспечения свободного прохода груза следует уменьшать размеры подшипника (наружный диаметр, ширину), а корпус устанавливать так, чтобы было обеспечено максимально возможное свободное пространство для прохода груза.

Желоб винтового транспортера должен обеспечивать герметизацию процесса транспортирования, возможность удобного доступа к подшипникам и ликвидации пробок в случае закупорки транспортера.

Размеры желоба зависят от типа винта и вида перемещаемого груза. При транспортировании хорошо сыпучих грузов зазор между желобом и винтом делают минимальным и, наоборот, при транспортировании кусковых грузов зазор должен быть больше максимальных размеров куска груза, подлежащего транспортированию, что позволит избежать заклинивания винта. Ленточные винтовые транспортеры обычно имеют небольшие зазоры между винтом и желобом.

В качестве передаточных механизмов обычно используют одноступенчатые цилиндрические редукторы, клиновременные передачи.

По направлению перемещения грузов винтовые транспортеры могут быть горизонтальными, наклонными и вертикальными.

Метательные транспортеры. Метательные машины служат для транспортирования и обработки сыпучих, связных и кусковых грузов, которые перемещаются благодаря сообщению частицами груза больших скоростей при помощи рабочих органов – метателей.

В сельском хозяйстве метательные машины применяют при перевалке и погрузке зерна; при перемещении грузов на гидромелиоративных работах, погрузке силоса и укрывании буртов; на распределительных работах – разбрасывание извести, навоза, компостов и песка. Широкое распространение метатели находят на зерноскладах и зернотоках. Достоинства метателей: малая энергоемкость, компактность конструкции, большая маневренность, возможность перемещать материал в любом направлении и в труднодоступные места. При перевалке зерна метателем можно снизить влажность на 3...5 %, температуру нагревенного зерна с 30...35 до 20⁰ С. Дальность полета на зерне не превышает 20...30 м, на грунте – до 40 м. производительность метателей от 10 до 200 т/ч и выше.

Классификация метателей. Основные рабочие органы метателей разделяются на ленточные, лопастные, дисковые, кольцевые и вентиляторные.

Ленточные метатели – это ленточные транспортеры со свободным полетом груза, большим, чем их длина. Они бывают одноленточные, двухленточные и с изогнутой лентой.

Одноленточные метатели не нашли распространения из-за большой длины, значительного износа ленты, ограничения угла метания ($\beta < \varphi$) и скорости метания до 3...4 м/с. Метатель с изогнутой лентой состоит из замкнутой ленты, огибающей ведущий и натяжной барабаны и изогнутой барабаном, имеющим вид катушки. Таким образом, между лентой и боковыми дисками барабана создается канал для загрузки транспортируемого материала из загрузочного бункера. Метательные машины, как и двухленточные питатели, обладая высокой производительностью, нуждаются в питателях, обеспечивающих непрерывную автоматическую загрузку. Лопастные метатели широко распространены в виде самостоятельных машин и в качестве встроенных узлов в сельскохозяйственных машинах: силосоуборочные комбайны, сеноуборочные машины, буртоукрывщики. Рабочим органом метателя является лопастное колесо, предназначенное для захвата порции груза и сообщения частицам скорости для свободного полета на заданное расстояние. Лопастные материалы различают по форме кожуха: открытого и закрытого типа. В первом типе груз подается к лопастному колесу наездом машины, во втором – специальным устройством или транспортером.

3.4 Наименование вопроса №4 *Подвесной конвейер*

Подвесным называют конвейер, у которого транспортируемые грузы находятся на подвесках и движутся вместе с ходовой частью по подвесному направляющему пути сложного замкнутого контура.

По профилю трассы подвесные конвейеры бывают:

одноплоскостные горизонтально замкнутые, контур трассы которых располагается в одной горизонтальной плоскости

пространственные, имеющие повороты в горизонтальной и вертикальной плоскостях, располагаемых на разных уровнях в пространстве.

Повороты в горизонтальной плоскости осуществляются при помощи поворотных устройств, а в вертикальной - при помощи поворотов подвесного пути.

По способу соединения тягового элемента с транспортируемым грузом и характеру перемещения грузов подвесные конвейеры разделяются на: грузонесущие, грузотолкающие, несуще-толкающие, грузоведущие несуще-грузоведущие.

Подвесные конвейеры применяются для непрерывного (редко - пульсирующего) внутрицехового и межцехового перемещения разнообразных штучных грузов (иногда - сыпучих грузов в таре) по транспортному или технологическому процессу в различных отраслях промышленности.

1.4 Лекция № 4 (2 часа)

Тема: «Активное вентилирование зерновых масс»

1.4. 1 Вопросы лекции:

- 1.1 Назначение и методы активного вентилирования
- 1.2 Режимы активного вентилирования
- 1.3 Установки активного вентилирования

1.4. 2 Краткое содержание вопросов

Наименование вопроса №1 *Значение и методы активного вентилирования*

Активное вентилирование получило широкое распространение при поточной обработке зерна. Метод активного вентилирования используют для сушки семенного зерна, для временной консервации зерна охлаждением, для аэрации семян при длительном хранении. Наиболее благоприятные условия для ведения указанных процессов в комплексе созданы в бункерах активного вентилирования, выпускаемых отечественной промышленностью и рядом зарубежных фирм.

Сушка сельскохозяйственных продуктов - один из основных процессов сельскохозяйственного производства. Сушке подвергают зерно, сено, льняной ворох, льносолому и другие продукты.

С древних времен применяют естественную сушку сельскохозяйственных продуктов на поле. Человек своим трудом создает лишь наиболее благоприятные условия для сушки на ветру и солнце. Сама сушка на поле зависит от погодных условий. Кроме того, сушку на поле трудно механизировать. Полностью избавиться от капризов погоды и максимально механизировать процесс досушивания можно, только применяя искусственную сушку сельскохозяйственных продуктов.

Сушка активным вентилированием - это сушка продукта в толстом неподвижном слое, сквозь который продувают неподогретый или слабо подогретый воздух. В большинстве случаев продукт сушат в местах хранения.

При сушке активным вентилированием для испарения влаги используют тепло, содержащееся в продуваемом воздухе, поэтому затраты энергии на сушку минимальны. Если при тепловой сушке на испарение 1 кг воды затрачивают 3800-5000 кДж тепла, то при сушке активным вентилированием неподогретым воздухом всего 600 -700 кДж.

Активное вентилирование с успехом применяют и при хранении сельскохозяйственных продуктов. В этом случае продукты могут храниться дольше, меньше теряют в весе, лучше сохраняют вкусовые качества. Процесс сушки сельскохозяйственных продуктов методов активного вентилирования легко поддается автоматизации. Это позволяет уменьшить затраты труда и повысить качество получаемого продукта.

Активным вентилированием называют принудительное продувание зерна воздухом без его перемещения, что возможно вследствие скважистости зерновой массы. Воздух, нагнетаемый вентиляторами, вводится в зерновую массу через систему каналов или труб и пронизывает ее в различных направлениях. Холодным воздухом можно за несколько часов охладить всю зерновую массу и тем самым ее консервировать. Это особенно важно для ликвидации самосогревания.

При малой влагонасыщенности воздуха с различной температурой снижают относительную влажность воздуха межзерновых пространств и даже подсушивают зерновую массу, что также понижает ее физиологическую активность. Периодическая смена воздуха в партиях семенного зерна способствует сохранению его всхожести, а продувание свежеубранного зерна сухим теплым воздухом - его послеуборочному дозреванию.

Применяя активное вентилирование, обеспечивают предпосевной обогрев семян. Используя установки для активного вентилирования, легко и быстро проводят дегазацию зерновых масс после обработки фумигантами. Активное вентилирование исключает травмирование зерна, что всегда в той или иной степени происходит во время пропуска зерновых масс через зерносушилки, зерноочистительные машины и при перемещении транспортными механизмами. Это особенно важно для семенного материала. Наряду со значительной технологической эффективностью активное вентилирование выгодно и в экономическом отношении. Оно исключает затраты на перемещение зерновой массы и значительно сокращает потребность в рабочей силе. По сравнению, например, с перелопачиванием оно обходится в десятки раз дешевле, а по технологической эффективности вообще несравнимо.

Длительное время при активном вентилировании использовали только атмосферный воздух в его естественном состоянии. Теперь применяют и активное вентилирование подогретым воздухом, что позволяет значительно подсушивать зерновую массу без перемещения в хранилище или на площадках. Используют и искусственно охлажденный воздух.

3.2 Наименование вопроса №2 Режимы активного вентилирования

Успех активного вентилирования, как и любого технологического приема, зависит не только от конструкции установки и правильности ее эксплуатации. На эффективность вентилирования влияют температура и влагонасыщенность используемого воздуха, влажность зерновой массы и ее температура. Важнейшую роль играют общее количество воздуха, нагнетаемого в зерновую массу, и его объем за определенное время (1 ч). Например, при послеуборочном дозревании зерна целесообразна обработка его теплым и сухим воздухом при сравнительно малом его расходе. Перед севом семена можно обогревать теплым и даже влажным воздухом. Сухое зерно охлаждают холодным и достаточно сухим воздухом. Зерновую массу высокой влажности, находящуюся в состоянии самосогревания, успешно охлаждают даже холодным воздухом, насыщенным влагой.

С учетом изложенного разработаны правила активного вентилирования зерновых масс и определены нормы расхода воздуха на 1 т зерна – удельная подача. В зависимости от культуры, влажности зерновой массы и целей вентилирования она колеблется от 30 до 200 м³/ч при высоте насыпи 1,5...3,5 м.

Наибольшая удельная подача необходима, если активное вентилирование проводят для подсушивания зерновой массы или устранения самосогревания. Наименьшая - при профилактическом проветривании (аэрировании и послеуборочном дозревании сухой зерновой массы).

При известных условиях активное вентилирование может вызвать увлажнение зерна. Чтобы избежать этого, учитывают равновесную влажность зерна, относительную влажность воздуха и руководствуются номограммами для определения целесообразности вентилирования.

Вентилирование часто целесообразно, даже когда воздух насыщен водяными парами (теплая или греющаяся зерновая масса и холодный воздух). Однако во всех случаях вентиляционную систему, всасывающую отверстие вентилятора и зерновую массу защищают от попадания капель воды или снега. При любом способе активного вентилирования высота насыпи зерновой массы должна быть достаточной и одинаковой.

В сельском хозяйстве многих стран, получающих при уборке урожая зерно повышенной влажности, применяют сушку активным вентилированием подогретым воздухом.

Повышение температуры воздуха всего на 3...60С значительно увеличивает его влагоемкость, а, следовательно, и сушильную способность. Наибольшей эффективности достигают при подогреве воздуха до температуры 30...35 ос, а иногда и до предельно допустимой температуры нагрева зерна. Технически способ осуществляют, используя описанные бункера для активного вентилирования, оснащенные подогревателями воздуха, или специально смонтированные камерные сушилки (рис. 5) под крышей с двойным полом: верхний представляет собой воздухораспределительные решетки, нижний - сплошной и плотный (лучше асфальтовый). Просветы между полами имеют различное расстояние для равномерной подачи агента сушки во всех участках. Оптимальный размер площадок 40...60 м, что позволяет одновременно загружать 20...30 т зерна слоем 0,5...0,6 м (максимум 0,7..0,8 м). Для поточной сушки (при поступлении 20...30 т за 1 сут) устраивают две двухкамерные сушилки, что позволяет одновременно вести сушку в двух камерах (по одной на каждой сушилке). При этом одна камера находится под загрузкой и одна - под разгрузкой. Оптимальный размер сушильных камер 50 м², они разделены перегородкой высотой 1 м.

Продолжительность сушки каждой партии зерна 1...3 сутки. Она зависит от степени подогрева воздуха, исходной влажности зерновой массы и удельной подачи агента сушки. Небольшой слой зерна позволяет использовать вентиляторы низкого давления и обеспечить значительную удельную подачу воздуха - 1000... 2000 м³/(ч·т).

Сушка активным вентилированием создает условия для послеуборочного дозревания семян, исключает перегрев, так как не применяют агент сушки высокой

температуры. Однако при данном способе семена неравномерно обогреваются и несколько неравномерно высушиваются по слоям насыпи: нижний слой нагревается и высушивается больше. Но низкая температура исключает вредные воздействия, а перемешивание зерновой массы при ее транспортировании после сушки значительно выравнивает влажность. Сушку заканчивают, когда влажность верхнего слоя насыпи снижается до 16...17 %. Активное вентилирование применяют и для сушки таких малосыпучих объектов, как семенники овощных культур, коробочки клещевины, метелки сорго, льняной ворох и треста, клеверная пыжина и др.

3.3 Наименование вопроса №3 Установки активного вентилирования

Активное вентилирование применяют в складах, на площадках, в специальных бункерах и силосах элеваторов. В сельском хозяйстве используют следующие установки: стационарные напольные с устройством постоянных каналов в полу склада или площадки (рис. 2); напольнопереносные, представляющие систему переносных воздухораспределительных каналов, укладываемых в нужном месте на пол склада или площадки (рис. 2), такие установки обычно применяют в складах и на площадках с хорошими полами, ранее не оборудованных каналами; бункерные; трубные.

В установках как первого, так и второго типа воздух в каналы и решетки попадает через диффузор, соединенный с осевым или центробежным электровентилятором достаточной мощности и производительности. Вентиляторы присоединяют к диффузору за пределами склада (по его продольной или торцовой стене) и защищают от осадков. Часто в складе нужны всего один-два вентилятора. Поставив на колеса, их перемещают к нужным в данный момент диффузором. Для активного вентилирования используют различные осевые и центробежные вентиляторы.

Успех работы установок зависит также от правильности устройства всей воздухораспределительной сети, рассчитанной так, чтобы во всех ее частях поддерживался нужный напор воздуха. В противном случае продувание будет неравномерным, образуются застойные, недостаточно вентилируемые, увлажняющие и неохлажденные участки насыпи, что приводит к образованию очагов порчи.

Бункерные установки (типа вентилируемый бункер) представляют собой цилиндрические или прямоугольные бункера разной высоты (8...12 м) или силосы элеватора (до 3 Ом), оборудованные специальными каналами для нагнетания воздуха в насыпь. Системы их различны. В одних воздух нагнетается снизу и проходит через всю высоту насыпи, в других продувание радиальное или послойное. При большой высоте насыпи применяют вентиляторы высокого давления.

В хозяйствах используют цилиндрические металлические бункера (чаще из стали) с радиальной подачей воздуха.

Внутри бункера (по центру) вертикально установлен цилиндрический канал, на стенках которого, так же как и на бункере, выштампованы отверстия для прохода воздуха. Нагнетаемый при* помощи вентилятора воздух поступает в канал (внутренний цилиндр), из него попадает в зерновую массу и выходит наружу через перфорированные стенки. Внутри воздухораспределительного канала расположен перемещающийся воздухозапорный клапан, обеспечивающий равномерное распределение воздуха в зерновой массе на нужном уровне.

Бункера такого типа оснащены электрическими воздухоподогревателями. Во время сушки зерновой массы их включают на нужный срок. После сушки зерновую массу охлаждают. Загружают бункера нориями, а выгружают самотеком.

Созданы отделения вентилируемых бункеров ОБВ-160, состоящие из четырех бункеров вместимостью по 40 т. Они предназначены для накопления, временной консервации и высококачественной сушки семян, а также для зимнего хранения семян кондиционной влажности.

Еще встречаются передвижные трубные установки ПВУ -1. Погружают трубы (диаметром 102мм) в насыпь зерна и извлекают их оттуда электровибролотком. На

верхнюю часть трубы надевают вентилятор, подающий до 550 м³/ч воздуха. Установки ПВУ-1 полезны при работе с семенами на токах и в хранилищах. На один бункер вместимостью 5... 10 т требуется одна труба с вентилятором.

Однако при использовании передвижных трубных установок для вентилирования применяют не атмосферный воздух, а находящийся в складе. Поэтому при обработке больших масс зерна создается свой «климат», снижающий технологическую эффективность (повышается температура и влажность воздуха и т. д.). Установки ПВУ-1 значительно энергоемки. Наиболее приемлемы они при хранении семян в закромах.

Эксплуатируют и телескопические вентиляционные установки ТВУ-2. В собранном виде для транспортирования они представляют собой трубу, в которой размещены четыре звена, входящих одно в другое (рис. 4). Эти звенья перфорированы по всей поверхности отверстиями диаметром 3 мм. Внутри звеньев проходит трос длиной 12 м, один конец которого закреплен в пятом звене, а противоположный выведен за пределы первого и имеет петлю. Уложенные по прямой на полу площадки или склада, растянутые на всю длину звенья засыпают зерновой массой на 2,5...3 м.

К наружному концу трубы присоединяют вентилятор, обеспечивающий подачу воздуха 12 тыс. м³/ч. Такой установки достаточно, чтобы обработать 100... 150 т зерна. При необходимости размещают несколько установок на расстоянии 2,5...4 м (в зависимости от влажности зерна). По окончании вентилирования установку вытягивают из насыпи за трос трактором или автомобилем и используют на другом месте.

Новый способ активного вентилирования - применение аэрожелобов. Они представляют собой устройства, в которых сочетается перемещение зерна по горизонтали (полу склада) с одновременным активным вентилированием или самостоятельным продуванием.

1.5 Лекция №5 (2 часа)

Тема: «Зерносушильная техника»

1.5.1 Вопросы лекции:

- 1.4 Шахтные и рециркуляционные зерносушилки
- 1.5 Барабанные и карусельные зерносушилки
- 1.6 Особенности высушивания зерна различных культур

1.5.2 Краткое содержание вопросов

Наименование вопроса №1 Шахтные и рециркуляционные зерносушилки

Одним из важных этапов в организации обеспечения людей необходимыми продуктами питания является уборка урожая зерновых культур и создание условий для его дальнейшего хранения. Согласно агротехническим требованиям влажность засыпаемого на длительный период хранения зерна не должна быть больше 14 – 15%. В нашей стране уровень влажности зерна после его уборки достигает 18 – 20%, а при дождливой погоде он может приближаться к показателю в 35%.

Сушку зерна можно осуществлять естественным или искусственным путём. С точки зрения интенсивности и эффективности наиболее предпочтительным является искусственный способ. В этом случае применяют зерносушилки, отличающиеся друг от друга видом сушильного агента, способом подачи тепла и удаления влаги из зерна. По приведенным критериям отличают сушильные печи, которые передают тепло при непосредственном контакте с зерном, и сушилки с использованием нагревatedого газа. Во втором типе зерносушилок газовую смесь продувают через влажное зерно, что способствует его нагреванию и удалению лишней влаги.

Наиболее широко используемым видом газовых зерносушильных конструкций являются шахтные сушилки. Основные комплектующие части таких механизмов – это сушильные шахты, теплогенераторы (топочные блоки), вентиляторы горячего и

холодного участка, нории, приёмный и выгрузочный бункеры и дозирующее устройство. Важными элементами в работе шахтных сушилок также являются накопительные бункеры, самотечные трубы, пульт управления. Шахты для сушки конструируются из одинаковых модулей, которые устанавливают друг на друга. Неотъемлемой частью шахтного модуля являются подводящий и отводящий воздуховоды, посредством которых осуществляется циркуляция воздуха в сушильном механизме. Относительно друг друга они устанавливаются таким образом, что отдельно взятый отводящий короб (воздуховод) окружён подводящими коробами и наоборот. Такая система способствует более интенсивному передвижению нагретых и отработанных воздушных масс и, следовательно, более эффективной сушке сырья. Для достижения наиболее оптимального результата высушиваемое зерно следует выкладывать толщиной в 140 – 150 мм. Следует также отметить тот факт, что данный тип зерносушилок предназначен для сушки подсолнечника, семян крупяных, зерновых и зернобобовых культур, исходная влажность которых может составлять 35%.

Технология рециркуляционной сушки зерна основана на смешивании определенного количества сырого зерна с большим количеством сухого. Сушка осуществляется при чередовании кратковременного нагрева смеси зерна в восходящем потоке агента сушки, отлежкой нагретой смеси зерна в течение 10...15 мин с последующим охлаждением и рециркуляцией большей части просушенного зерна. Зерно при кратковременном (2...3 с) пребывании в камере нагрева при температуре агента сушки 250–380 °С нагревается до 50–60 °С. Установившийся процесс рециркуляционной сушки включает:

- нагрев и частичную подсушку зерна в камере нагрева;
- контактный тепло- и влагообмен между сырым и сухим (рециркулирующим) зерном;
- промежуточное и окончательное охлаждение зерна;
- частичную и многократную рециркуляцию большей части просушенного зерна.

При одном цикле нагрева, отлежки и охлаждения из зерна удаляется сравнительно небольшое количество влаги (около 1 %). Поэтому сырое зерно должно смешиваться с рециркулирующим (сухим) в таком соотношении, чтобы средневзвешенная влажность смеси зерна до сушки была бы больше средневзвешенной влажности просушенного зерна на величину снижения влажности за один цикл.

Для этого часто используют значения коэффициентов циркуляции и рециркуляции. Коэффициент циркуляции определяют по формуле

$$N = \frac{\theta_p - \theta_{сыр}}{\theta_p - \theta_{см}},$$

где θ_p , $\theta_{сыр}$, $\theta_{см}$ – соответственно температура рециркулирующего зерна, сырого зерна и смеси, С.

В связи с непрерывной циркуляцией определенного количества зерна необходимо знать, какое же количество зерна продолжает циркулировать с начала процесса.

Коэффициент рециркуляции находят по формуле

$$n = G_p / G_{сыр},$$

где G_p — количество рециркулирующего зерна; $G_{сыр}$ — количество сырого зерна.

Важным условием рециркуляционной сушки зерна является повышение эффективного тепло- и влагообмена между рециркулирующим (сухим) и вновь поступающим (сырым) зерном. Интенсивность влагообмена возрастает с повышением температуры смеси зерна, с увеличением коэффициента рециркуляции и разности между влажностью сырого и рециркулирующего зерна. Наиболее интенсивен влагообмен в первые 10–15 мин отлежки смеси зерна.

Величина снижения влажности зерна за один цикл — это комплексная характеристика процесса рециркуляционной сушки, она прямо пропорционально зависит от температуры нагрева и начальной влажности сырого зерна.

Зерносушилки с рециркуляцией, получившие в настоящее время наибольшее распространение на хлебоприемных предприятиях, по конструктивному исполнению и способу нагрева зерна можно разделить на рециркуляционные с камерами нагрева и шахтные рециркуляционные (без камер нагрева).

3.2 Наименование вопроса №2 Барабанные и карусельные зерносушилки

В зерносушилках барабанного типа агент сушки воздействует при пересыпании зерна во вращающемся барабане (одном или нескольких). Барабан 8 сушки СЗСБ-8 разделен по сечению на шесть секторов. В каждом из них укреплены полки, захватывающие зерно при вращении барабана (скорость вращения последнего 8 об/мин., длина 8 м). Равномерный ввод зерна в барабан обеспечивает загрузочная камера 6. Вдоль барабана зерно перемещается во время пересыпания под действием подпора и потока агента сушки. Из разгрузочной камеры оно направляется в шлюзовой затвор 20, откуда подается в охладительную колонку 16.

Время контакта зерна с агентом сушки в барабанных сушилках меньше, чем в шахтных, поэтому температуры нагрева агента сушки в них более высокие (для семян 90...130⁰С, для продовольственного и кормового зерна выше 180⁰С), что увеличивает опасность перегрева зерна в барабане. Кроме того, зерно контактирует с наиболее нагретым агентом сушки, температура которого при прохождении по барабану понижается.

Способ перемещения зерна в барабанах (захват полками и пересыпание) не позволяет использовать эти сушилки для сушки семян бобовых, риса и кукурузы, так как они растрескиваются. Сушилки пригодны для зерновых масс повышенной засоренности. В качестве топлива используют тракторный керосин или смесь его с дизельным топливом. Расход топлива 65 кг/т, мощность 30,4 вКт.

Новая сушилка СБВС-5 предназначена для сушки высоковлажных семян. Влажность зерновой массы пшеницы снижается с 26 до 14%. В ней сушат очищенные партии зерновых и зернобобовых культур с исходной влажностью до 35%. Установка представляет собой стационарную цилиндрическую конструкцию из двух сушильных камер с концентрично расположенной воздухораспределительной трубой. В процессе работы гравитационно двигающийся слой зерна с помощью инверторов делится в камерах на два потока, перемещающихся относительно друг друга. Агент сушки получают с помощью топочного блока ТБ-1,5. Изучены новые способы тепловой сушки: «в кипящем» слое, во взвешенном состоянии, импульсный, токами высокой частоты, инфракрасными лучами и др. Однако большинство из них требуют значительных затрат и распространения не имеют.

3.3 Наименование вопроса №3 Особенности высушивания зерна различных культур

Сушка зерна различных культур зависит от строения, консистенции ядра и оболочек, их химического состава. Основными факторами влияющими на процесс сушки являются такие свойства зерна и зерновой массы как:

1. Влажность (отношение количества влаги, содержащейся в материале, к количеству сырого материала, выраженное в процентах).

2. Гигроскопичность (способность поглощать и отдавать влагу);
Теплоёмкость (количество тепла необходимое для повышение температуры зерна на 1 °C);

Теплопроводность (свойство зерновой массы переносить тепло от участков с более высокой температурой к участкам с меньшей температурой);

Плотность (массы единицы объема выражается в килограммах на метр кубический);

Скважистость (процентное отношение между зернового пространства ко всему объему, занимаемому зерном) ;

Аэродинамическое сопротивление слоя;

Скорость витания (скорость воздуха, при которой зерно помещенное в вертикальную трубу, находится под действием потока во взвешенном состоянии) ;

Сыпучесть (угол естественного откоса который получают между основанием и образующей конуса зерновой насыпи при свободном падении зерна на горизонтальную плоскость) .

От влажности и теплоёмкости зерновой массы зависит количество тепла и воздуха, которое необходимо подвести к зерну для его сушки. От скважности зернового слоя зависит его аэродинамическое сопротивление при прохождении через слой агента сушки и, как следствие, мощность и скорость вращения вентиляторов сушилки. От сыпучести зерновой массы до и после сушки зависит выбор угла наклона тех деталей, по которым должно скатываться зерно. Для обеспечения свободного скатывания зерна углы наклона плоскостей и патрубков обычно принимают больше углов естественного откоса на 20-25%.

В процессе сушки зерно должно быть доведено до состояния равновесной влажности или немного ниже, так как при хранении зерно вследствие гигроскопичности будет постепенно поглощать пары из воздуха до приобретения им равновесной влажности.

Все эти факторы влияют на коэффициент перевода зерна в плановые тонны, т.е. на количество зерна конкретной культуры которое можно высушить за час времени паспортной производительности сушилки.

Сушка зерновых культур. Нагревание зерна выше определённой температуры, а также продолжительное время нахождения его при максимально допустимой температуре могут оказывать неблагоприятное влияние на содержащиеся в зерне белок, крахмал и жиры. Белок зерна способен набухать, что имеет положительное значение при прорастании семян и приготовлении теста. При температуре нагревания зерна выше допускаемой белок подвергается денатурации, при которой уменьшается его водопоглотительная способность (способность к набуханию). Денатурацией белка объясняется отрицательное влияние высокой температуры на содержание и качество клейковины пшеницы в процессе сушки. Нагревание зерна пшеницы с нормальной и слабой клейковиной до 50° С не оказывает вредного влияния на ее качество, более сильный нагрев может снизить качество клейковины. Термоустойчивость белка увеличивается с уменьшением влажности зерна. Поэтому при сушке пшеницы с высокой влажностью применяют более низкие температурные режимы.

В зародышах семян находятся высокомолекулярные белковые соединения, которые более чувствительны к нагреву, чем белки в других частях зерна. В связи с этим семенное зерно сушат при более низкой температуре, чем зерно продовольственного назначения.

Крахмал в воде не растворяется, но в горячей воде он набухает. При нагреве крахмала до температуры 60° С качество его заметно не изменяется. Дальнейшее повышение температуры, особенно сырого зерна, может привести к клейстеризации и частичному распаду крахмала с образованием декстрозина. В результате этого снижается всхожесть и изменяется цвет, а также ухудшаются хлебопекарные качества муки, изготовленной из такого зерна. Кроме того, при перегреве крахмала возможна карамелизация сахара, что ухудшает цвет муки.

Жиры в воде не растворяются, они более устойчивые к нагреву по сравнению с белками и крахмалами. Однако при нагреве до 60 – 70° С и выше жиры частично распадаются, в результате чего повышается содержание свободных жирных кислот (кислотное число).

К особенностям сушки зерновых культур следует отнести то, что при наличии среди других культур овса, из-за его малого угла естественного откоса и плотности, следует применять углы наклона зернопроводов не 40° градусов а 45-50°.

Сушка зернобобовых культур. Зернобобовые культуры отличаются от зерновых разнообразием произрастания культур, так, например, горох, вика и чина относятся к стелющимся культурам, кормовые бобы и люпин относятся к группе неполегающих культур. Соя, фасоль, чечевица относятся к группе зернобобовых культур, требующих при уборке очень низкого среза растений. Другой особенностью зернобобовых культур является то, что созревание зерна на всём растении происходит неравномерно по вертикале. Так, у чины сорта Красноградская 1 в период уборки влажность зерна нижнего яруса составила 16,8 %, среднего – 28,6 % и верхнего – 36,4 % поэтому послеуборочная переработка зернобобовых, сразу после укоса затруднительна. У гороха, вики, чины и других зернобобовых культур хорошо выражена способность к послеуборочному (послеукошному) дозреванию. Это позволяет убирать зернобобовые культуры раздельным способом и после дозревания и выравнивания влаги в валках производить сушку в ниже приведенных режимах.

Режим сушки семян устанавливают дифференцированно по каждой культуре, в зависимости от влажности, в строгом соответствии с рекомендациями, обеспечивающими сохранение всхожести. Оптимальные режимы сушки исключают растрескивание семян, их сморщивание, позволяют ускорить послеуборочное дозревание зерна, уничтожить вредителей и повысить стойкость семян к неблагоприятным условиям хранения. Предельно допустимая величина съема влаги, при которой не снижаются посевные качества, например, семян гороха, по данным Г.Т. Павловского, составляет $K = 0,1 T + 2$, где T – время сушки, мин. В таблице приведены рекомендуемые режимы сушки семян гороха, вики, чечевицы, нута в зависимости от влажности семян для сушилки СЗЖ-10.

Семена сои, фасоли, люпина, кормовых бобов (крупных) сушат при температуре 35...40° С. На выходе из охладителя температура просушенного зерна не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10° С.

Например, если, необходимо определить допустимое время сушки зерна гороха без растрескивания с 20 до 14%, (съем влаги $K=6\%$, температура теплоносителя 55° С) воспользовавшись формулой Павловского определяем $T=(K-2)/0,1=(6-2)/0,1=40$ мин.

Сушка крупяных культур. К крупяным культурам относятся: гречиха, просо, рис, кукуруза. Все эти культуры очень различны между собой, поэтому разберём каждую по отдельности:

-гречиха, её сушка не представляет особой сложности и аналогична сушки зерновых культур, температура нагрева в сушильной установке не более 45° С. Но с учетом коэффициента приведенного в ведении, затраты энергии на сушку гречихи в 1,25 раза меньше чем на сушку зерновых культур, так как скважность у пшеницы 35 – 45 %, а у гречихи 50 – 60 %;

-просо, по режимам сушки также не отличается от зерновых, температура нагрева в сушильной установке не более 45° С. Из-за своих геометрических параметров (значительно меньшие размеры зерна), очень маленького угла естественного откоса, который составляет 20-25° и небольшой скорости витания равной 5,5-7,5 м/сек., эти его характеристики обуславливают то, что сушка данного вида довольно затруднительна, так как большая часть существующих сушилок, по своим конструктивным особенностям и назначению (угол откоса деталей, размер ячеек перфорированного полотна, скорость теплоносителя на выходе из сушилки) не предназначены для сушки данной культуры;

-рис, сушка риса представляет определённую сложность в связи с тем, что при нагревании зёрен более чем на 40° С происходит растрескивание зёрен (трещиноватость), поэтому сушку риса, даже на продовольствие приходится осуществлять только в мягких режимах; -кукуруза, сушка зерна кукурузы практически не отличается от сушки зерна

риса, только предельная температура нагрева зерна равняется 50 ° С . Особенностью сушки кукурузы является то, что её ещё часто продолжают сушить в початках на камерных сушилках, что приводит к необоснованным потерям тепла(сушить приходится не только зерно, но и сам початок). С этим приходится мириться, так как при обмолоте початков кукурузы с большой влажностью имеет место большая травмируемость зерна в зависимости от влажности, которая иногда находится на уровне 45 – 50 %, а в верхних зернах початков до 60 %. При такой влажности, при обмолоте, травмируемость зерна будет составлять 40 – 50 %.

1.6 Лекция №6 (2 часа)

Тема: «Элеваторы и зерносклады »

1.6. 1 Вопросы лекции:

- 1.7 Назначение и классификация элеваторов
- 1.8 Типовые схемы элеваторов
- 1.9 Назначение и классификация зерноскладов
- 1.10 Типовые схемы зерноскладов

1.6. 2 Краткое содержание вопросов

Наименование вопроса №1 Назначение и классификация элеваторов

Элеватором называется наиболее совершенный вид механизированного хранилища. Они предназначаются, главным образом, для хранения сухого товарного зерна с влажностью не более 14-15%. Зерно в элеваторах хранится в силосах, расположенных друг возле друга. Все трудоемкие процессы в элеваторе – приемка зерна, его взвешивание, очистка и т.д. – полностью механизированы и автоматизированы.

Элеватор можно рассматривать как комплексное объединение следующих основных устройств и сооружений:

- рабочее здание с технологическим и транспортным оборудованием;
- силосной корпус с транспортным и другим оборудованием;
- устройства для приемки зерна из вагонов, автомобилей, судов;
- устройства для отпуска зерна.

Элеватор будет работать как единый производственный комплекс только в том случае, если все указанные устройства и сооружения будут гармонично связаны, и дополнять друг друга при выполнении технологических и транспортных операций.

Рабочее здание является основным в комплексе элеватора, вокруг которого группируются и с которым связываются все остальные производственные здания и сооружения.

Силосной корпус – это собственно хранилище, которое состоит из разного числа силосов.

Технологическую схему работы элеватора строят по принципу последовательной обработки зерна в потоке от момента его приемки и до загрузки в силоса на хранение. Для каждой операции характерна определенная последовательность перемещения зерна через емкости и оборудование, что изображается на рабочей схеме, а сам путь зерна называется маршрутом перемещения.

Нория является основной транспортной машиной, она определяет тип и мощность рабочего здания. Так как, операции, связанные с перемещением зерна на элеваторах, всегда связаны с использованием норий, то число одновременных перемещений не может превышать число норий. В зависимости от числа подъемов схему движения зерна подразделяют на два вида: одноступенчатый подъем зерна; многоступенчатый подъем зерна.

В первом случае высота рабочего здания получается 60м и более, весы размещают выше надсилосного этажа. Во-втором случае, применяя несколько подъемов, высота

рабочего здания получается 40-45м, весы могут располагаться в центральной или нижней части рабочего здания.

Зерноочистительное оборудование в элеваторах располагают по одной из 4-х схем:

1.Нория-весы-сепаратор

2. Нория-сепаратор-весы

3.Нория-весы - надсепараторный бункер-сепаратор.

4. Нория-весы -надсепараторный бункер-сепаратор- подсепараторный бункер.

В-первых двух схемах предусматривается жесткая связь между транспортным и технологическим оборудованием. При таких схемах требуются обязательные обходные самотеки, так как производительность зерноочистительной машины зависит от качественной характеристики зерна.

Третья схема нашла свое применение на элеваторах с нориями различной производительности на приемке и уборке зерна из-под сепаратора.

Четвертая схема присуща современным элеваторам, когда и над и под зерноочистительной машиной устанавливают бункера. Нории в данном случае взаимозаменяемы и могут быть любой производительности независимо от производительности зерноочистительных машин.

Место расположения зерносушилок определяют в зависимости от местных условий, производительности основного оборудования, объема и продолжительности сушки. На элеваторах зерносушилки размещают по одной из шести схем:

1. На одной фундаментной плите с рабочим зданием (эта схема удобна тем, что к рабочему зданию можно пристроить зерносушилку любой производительности).

2. В силосном корпусе (этую схему применяли на элеваторах типа 1949г.) Дальнейшее распространение она не получила, так как при подобном размещении нарушался тепловой режим силосного корпуса.

1. В рабочем здании (нашла широкое распространение на мельничных элеваторах конструкции 1952г, на заготовительных элеваторах типа 1953г., эта схема применима в том случае, когда не требуется большая зерносушильная мощность).

2. В отдельном здании (эта схема характерна для районов с большим поступлением сырого и влажного зерна).

3. В рабочем здании и около силосного корпуса (силосные корпуса выполняют роль над- и подсушильных бункеров. Зерносушилки с силосными корпусами связаны дополнительно установленными нориями, конвейерами).

4. Между рабочим зданием и силосным корпусом (данное решение устраняет недостатки предыдущей схемы, и упрощают укладку инженерных коммуникаций).

Классификация элеваторов

1. Заготовительные (на них приходится около 70% всей вместимости зернохранилищ). Основная задача – приемка зерна от хлебосдатчиков с одновременной его классификацией, составление крупных партий зерна, размещение, хранение и отгрузка по назначению. Характерная особенность – наличие развитого приемно-отпускного фронта. Поступление зерна ограничивается очень короткими сроками (15-30 дней), что увеличивает вместимость зернохранилищ.

2. Перевалочные и базисные элеваторы. Перевалочный элеватор предназначен для перегрузки зерна с одного вида транспорта на другой. Наилучшая схема перевозки зерна – «баржа-вагон» или «вагон-баржа». Требуется формирование крупных однородных партий зерна. Обычно вместимость этих элеваторов от 25 до 50 тыс.т., иногда ее увеличивают до 100 тыс. т и более. В этом случае перевалочные элеваторы превращаются в базисные.

Назначение базисного элеватора – хранение крупных партий зерна. Эти элеваторы строят на пути движения зерновых потоков в пунктах большого потребления. Зерно доводят до мельничных и экспортных кондиций.

Наряду с перевалочными и базисными элеваторами имеют место и фондовые зернохранилища. Они выполняют операции по приемке зерна с железнодорожного,

водного транспорта, приведению его в кондиционное состояние и обеспечивают длительное хранение зерна. Характерная особенность этих хранилищ – большая вместимость и небольшой коэффициент оборота. В фондовых зернохранилищах обычно используют линейное расположение складов и силосов. Вместимость зернохранилищ включает в себя элеваторы (16-20%) и склады (80-84%). Несмотря на то, что поступающее зерно уже приведено в кондиционное состояние его дополнительно сушат и очищают, для чего предусматриваются дополнительные мощные зерноочистительные машины и сушилки.

3. Производственные элеваторы – строят только при перерабатывающих предприятиях (мельзаводах, пивзаводах, крупозаводах и т.д.). Так как, большую часть зерна перерабатывают в муку, то к основному типу производственных зернохранилищ относят мельничные элеваторы. Их основное назначение – это обеспечение зерном соответствующего качества перерабатывающее предприятие. На производственном элеваторе создают 3-4 месячный запас зерна для стабилизации режима работы предприятия, организуют так же очистку, сушку, подсортование.

Элеваторы на крупозаводах строят с учетом специфических свойств крупяных культур. Элеваторы на маслозаводах имеют силоса большого размера (12, 18м), так как натура многих масличных культур небольшая, а их однородные партии значительны.

4. Портовые элеваторы. Основное назначение – приемка зерна с железнодорожного транспорта крупных партий и отгрузка его на морские суда. Портовые элеваторы располагают в месте стыковки морских магистралей и железных дорог. Для портовых элеваторов характерны мощные приемно-отпускные устройства.

3.2 Типовые схемы элеваторов(приводятся типовые схемы)

3.3 Назначение и классификация зерноскладов

Зерносклады. Склады для зерна - это сооружения с горизонтальными или наклонными полами, предназначенные для хранения зерна насыпью прямо на полу и вплотную к стенам.

Склады можно строить быстрее элеваторов, используя местные материалы, с меньшим расходом цемента и стали. Операции с зерном в зерноскладах можно механизировать только частично, кроме того, в складах на 1т вместимости приходится 2,5-3,0м³ помещения, а в элеваторах около 1,5-1,7м³.

Наиболее распространенная форма склада - прямоугольник. Он позволяет для стен применять такие материалы как – кирпич, бетон, шлакоблоки, сборный железобетон и т.д., а для каркаса – дерево, стальные конструкции или сборный железобетон.

Расположение складов на площадке может быть линейным (параллельно железной и автомобильной дорогам) и торцевым. Обычно применяют линейное расположение складов, это упрощает увязку отдельных складов и схему движения зерна.

При эксплуатации складов высоту насыпи принимают в зависимости от качества зерна, но не более расчетной (около 2,5м у стен, и в середине – 5м). Зерно влажностью более 16-17%, не прошедшее послеуборочное дозревание, и следовательно, имеющего пониженную стойкость при хранении насыпают высотой 1-1,5м.

На высоту насыпи влияет предполагаемый срок хранения. Если зерно закладывают для кратковременного хранения, то высота может повышаться. При длительном хранении высоту снижают.

Высоту насыпи можно изменять в зависимости от времени года: повышают в холодный период и снижают с наступлением теплой погоды.

Наряду со строительством складов с передвижными машинами имеются склады со стационарной механизацией. Главное отличие их – верхние и нижние конвейеры соответственно для загрузки и выгрузки зерна.

При благоприятных гидрогеологических условиях (низкое расположение грунтовых вод) в складах указанного типа устраивают наклонные полы. Их устраивают

по всей площади склада или только в его средней части. В таких складах можно хранить достаточно большие партии однородного зерна (5000-8000т).

Зерносклады подразделяют:

- временные хранилища;
- немеханизированные склады;
- механизированные склады.

Механизированные склады могут быть:

- с горизонтальными полами и кирзовыми (каменными) стенами Е=3000...3200т, с установками активного вентилирования и без них;
- с горизонтальными полами и железобетонными стенами, Е=5500т, с установками активного вентилирования и без них;
- склады с наклонными полами разной вместимости.

3.4 Наименование вопроса №4 Типовые схемы зерноскладов

Зерновой склад может быть частично или полностью механизирован. В частично механизированном складе механизирована какая-нибудь одна операция: загрузка или разгрузка склада. В полностью механизированном складе стационарно (т. е. постоянно) размещены транспортные установки, позволяющие механизировать загрузку и разгрузку зерна. Склады по сравнению с элеватором имеют небольшую емкость. Применяют склады в элеваторной промышленности, в сельском хозяйстве и на семеноочистительных предприятиях.

В складе высоту насыпи зерна делают выше в середине – до 4,5–7,0 м на ровных полах и до 10 м в складах с наклонными полами, а у стен склада – не более 4,5 м. Такая неравномерная высота насыпи у стен вызвана необходимостью снизить давление зерна на стены. При такой засыпке зерна стены склада имеют достаточную прочность даже в случае размещения в хранилищах крупных, порядка 6 тыс. т партий зерна, в то же время создаются возможности для наблюдений за состоянием зерновой массы, размещенной на хранение. Зерновые склады классифицируют в зависимости от степени механизации погрузочно-разгрузочных работ, срока хранения зерна, вида строительного материала и наличия оборудования активного вентилирования.

Строительство склада обходится дешевле строительства элеватора, но его эксплуатация дороже из-за применения ручного труда. Место для постройки склада выбирается с учетом: а) наивысшего уровня грунтовых вод; б) расстояния от соседних сооружений, соответствующего требованиям норм пожарной безопасности; в) наличия удобных подъездных путей. К элементам конструкции склада предъявляются следующие требования. Фундамент должен быть сооружен с отмостками и устройствами для отвода дождевых и талых вод. Его изготавливают из бутового камня, а при использовании кирпича для строительства обязательно прокладывают гидроизоляцию из рубероида. Пол должен быть асфальтовым, т. к. такой пол не пропускает грунтовую влагу и выдерживает нагрузку передвижных механизмов (погрузчиков).

Стены: прочные, недорогие в строительстве, долговечные, не гигроскопичные и пожаробезопасные. Крыша: прочная, огнестойкая, долговечная и с низкой теплопроводимостью, обычно шиферная. Двери: прочные, открывающиеся наружу, обеспечивающие свободный проход в склад средств передвижной механизации и автотранспорта. Окна: их расположение должно быть выше линии засыпки зерна в склад, небольшие, открывающиеся наружу, с решетчатой рамой для защиты от птиц, если застеклены, то армированным стеклом.

В элеваторной промышленности склады в основном механизированные. Верхние и нижние ленточные конвейеры в них технологически привязаны к зерносушилкам, приемно-очистительным или сушильно-очистительным башням.

Склады строят в ряд, для противопожарной безопасности между ними возводят брандмауэры (в переводе с нем. – пожарные стены). Они выступают выше крыши и при пожаре препятствуют распространению огня из склада в склад. В механизированных

складах с плоскими полами, в соответствии с правилами охраны труда, в местах выпуска зерна на нижние конвейеры устанавливают предохранительные колонны для предотвращения затягивания человека в зерновую воронку, образующуюся при истечении зерна. Предохранительная колонна обеспечивает постепенное снижение насыпи зерна при открытой задвижке выпускной воронки и исключает образование в зерне воронки при выпуске его на нижний конвейер. Для немедленного прекращения выгрузки из склада зерна с наружной стороны ставят аварийные кнопки «Стоп», позволяющие при нажатии на них отключать электродвигатели нижних конвейеров.

Особенно опасно находиться людям в момент выгрузки зерна в складе с наклонными полами. Поэтому верхнюю конвейерную галерею оборудуют ограждением на всю высоту до крыши во избежание попадания людей на насыпь зерна. Электродвигатель нижнего конвейера блокирован с дверями склада, при их открытии конвейер автоматически останавливается.

Немеханизированные склады прошли в России большой исторический путь развития. Массовое строительство их относится к 30-м годам прошлого столетия, к периоду завершения сплошной коллективизации сельского хозяйства. Склады того времени имели деревянные полы, что затрудняло применение передвижных средств механизации. В 1937 г. был создан проект нового зерносклада, и стали сооружать хранилища емкостью 1,2 и 2,5 тыс. т.

С 1950 г. начали строить зерновые склады из сборного железобетона емкостью 5,5 тыс. т. В них предусматривалась возможность установки оборудования для стационарной механизации.

До начала 30-х годов в немеханизированных складах все операции с зерном проводили вручную в условиях антисанитарии – высокой запыленности при работе с зерном. В складах послевоенного периода стали применять передвижную механизацию: секционно-разборные транспортеры, самоподаватели, забирающие зерно из насыпи, механические лопаты и другие машины.

Но передвижная механизация, применяемая в зерноскладах, имеет ряд неустранимых недостатков: большое число машин и соответственно электродвигателей с большим расходом электроэнергии; подача к ним электрического тока открытыми кабелями, трудность и небезопасность их передвижения по складу; большая трудоемкость эксплуатации оборудования и антисанитарные (из-за высокой запыленности) условия труда.

Все передвижные машины характеризуются низкой производительностью и при их применении стоимость погрузочно-разгрузочных работ в два раза выше, чем при стационарной механизации, т. к. их обслуживание включает в себя применение ручного труда, связанного с подгребанием зерна.

Впоследствии хлебоприемные предприятия и элеваторы отказались от использования передвижных машин, и в настоящее время они применяются лишь в складах сельскохозяйственных предприятий.

Механизированные склады стали возводить в системе элеваторно-складского хозяйства примерно одновременно с началом массового строительства немеханизированных складов, т. е. в 30-х годах прошлого столетия. Вначале их оборудовали только приемными нориями, а разгрузка по прежнему осуществлялась передвижными средствами механизации. Рядом со зданием зерносушилки стали располагать два механизированных склада в комплексе – один для сырого зерна, второй – для сухого.

Первый механизированный склад, построенный по типовому проекту 1953 г., состоял из приемно-очистительной башни и двух четырехсекционных типовых каменных складов емкостью 12,8 тыс. т. Башня имела оборудование для приема зерна с автомобильного или железнодорожного транспорта, его очистки и отпуска в вагоны. Механизированные склады с горизонтальными и наклонными полами, с верхними и

нижними транспортными галереями интенсивно строились в 1950–1960 гг., т. к. их строительство при той же емкости склада обходилось значительно дешевле, чем такого сложного инженерного сооружения, как элеватор.

Механизированные склады строят с горизонтальными и наклонными полами. В складах с горизонтальными полами почти полностью механизирована загрузка за счет применения сбрасывающих тележек с бросковым транспортером, а при разгрузке склада 50 % зерна уходит самотеком на нижний ленточный транспортер, остальное зерно приходится подавать к выпускным люкам средствами передвижной механизации или вручную.

Механизированные склады с плоским полом, как видим, полностью не исключают применение в них передвижной механизации и ручного труда.

Механизированные склады с наклонными полами позволяют полностью механизировать опорожнение склада, т. к. в них используется принцип самотека зерновой массы. В типовом проекте такого склада были заимствованы конструкции стен и крыши складов с горизонтальными полами .

Но склады с наклонными полами можно строить только в таких местах, где грунтовые воды залегают не ближе 10 м от поверхности земли.

В механизированных складах под полом сооружают проходные галереи, позволяющие разместить транспортеры и создать условия для их обслуживания. Однако строительство таких галерей связано с большими затратами труда и средств. Поэтому стали сооружать непроходные транспортные галереи из сборного железобетона или металлических труб большого диаметра. Это удешевило строительство, но их эксплуатация показала, что при обрыве ленты транспортера провести ремонт возможно только после полной разгрузки склада. По этой причине склады с непроходными галереями перестали строить.

Склады с наклонными полами позволяют полностью механизировать такие трудоемкие технологические операции с зерном, как загрузку и выгрузку, но в этих складах невозможно (из-за своеобразной конфигурации зерновой насыпи) эффективно проводить активное вентилирование, газацию зерна и осуществлять качественный контроль за состоянием зерна. В складах такого вида можно хранить только большие партии однородного, сухого зерна порядка 5–8 тыс. т.

Высокую технологическую и экономическую эффективность при разгрузке склада дает применение аэрожелобов, позволяющих обеспечить полную механизацию разгрузочных работ и повысить качество транспортируемого зерна вследствие продувания его воздухом с одновременным отделением легких примесей. К недостаткам аэрожелобов относятся их высокая стоимость, сложность строительных работ и возможные перебои в работе при нарушении сыпучести размещенного на хранение в складе зерна.

1.7 Лекция 7 (2 часа)

Тема: «Сооружения для хранения продукции животноводства»

1.7. 1. Вопросы лекции

1. Роль и функции холодильных складов
2. Виды холодильных складов, их характеристики
3. Погрузочно-разгрузочные работы и транспортно-складские операции

1.7.2. Краткое содержание вопросов

Роль и функции холодильных складов

Склады – один из основных элементов логистической системы, ее интегрированная составная часть. Они играют важную роль в процессе движения товаров от изготовителя к потребителю. Склады оказывают существенное влияние на общий характер товародвижения. Они определяют его звенность, способствуют устраниению

нерациональных перевозок, повышению ритмичности и организованности производства и работы транспорта, сокращению товарных запасов в розничной торговой сети.

Склады – это здания, сооружения и разнообразные устройства, предназначенные для приемки, размещения и хранения различных материальных ценностей, подготовки их к потреблению и отпуску потребителям. Основное назначение складов – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного снабжения потребителей.

В зависимости от своего места в логистической системе склады выполняют различные функции.

1. Комплектование необходимого ассортимента товаров в соответствии с заказом потребителей.

Данная функция выполняется на всех стадиях движения материального потока, во всех функциональных областях логистики. В снабженческой и производственной логистике эта функция направлена на обеспечение производственного процесса всеми необходимыми материально-техническими ресурсами. Особое значение приобретает эта функция в распределительной логистике. Склады торговли осуществляют преобразование производственного ассортимента в торговый (потребительский). Торговый ассортимент отличается от производственного тем, что включает в себя широкий перечень

товаров, отличающихся размерами, фасонами, моделями, формами, цветом и т. д. Это означает необходимость распаковки грузов, поступающих от различных производителей, их сортировки, комплектования новых партий, упаковки, затаривания, маркировки и т. д.

2. Концентрация запасов, их складирование и хранение.

Реализация этой функции позволяет выравнивать временную разницу между выпуском готовой продукции и ее потреблением, обеспечивать непрерывный производственный процесс и бесперебойное снабжение потребителей. В снабженческой и распределительной логистике концентрация запасов,

их складирование и хранение может быть вызвано сезонностью спроса и предложения на товары, необходимостью накопления запасов на товары, отгрузки в районы, где отсутствуют производство этих товаров, а также созданием государственных резервов. Выполнение этой функции сопряжено с проведением целого комплекса работ по размещению товаров на хранение

и требует создания определенных условий для обеспечения сохранности качества товара (температурный режим, влажность, товарное соседство и т.д.).

3. Унификация партий отгрузки товаров.

Эта функция складов связана с тем, что многие потребители заказывают мелкие нетранзитные партии товаров, что значительно увеличивает издержки, связанные с доставкой таких грузов. Для эффективного использования транспортных средств и сокращения издержек склады осуществляют унификацию (объединение) небольших партий в более крупные, предназначенные для нескольких клиентов одновременно.

4. Оказание логистических услуг.

Выполнение данной функции связано с оказанием клиентам различных логистических услуг, которые обеспечивают фирме высокий уровень обслуживания потребителей. В их числе: подготовка товаров для продажи (фасовка продукции, распаковка, маркировка, загрузка контейнеров), проверка функционирования весоизмерительных приборов, транспортно-экспедиционные услуги, придание продукции товарного вида, предварительная обработка товаров и т. д.

Классификация складов.

Объективная необходимость в накоплении и содержании запасов существует на всех стадиях движения материального потока, начиная от первичного источника сырья и заканчивая конечным потребителем. Этим объясняется наличие большого количества разнообразных видов складов.

По отношению к базисным функциональным областям логистики различают склады: логистики снабжения, логистики производства и логистики распределения.

По виду продукции различают склады:

- сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий;
- промежуточные производственные, т. е. склады незавершённого производства;
- готовой продукции;
- тары;
- остатков и отходов;
- инструментов.

По форме принадлежности различают склады:

- индивидуального пользования, принадлежащие одному предприятию;
- кооперативные, построенные несколькими предприятиями, совместно использующими свое складское хозяйство;
- арендаемые склады, собственные склады фирмы, склады государственных или муниципальных предприятий.

Более подробно рассмотрим классификацию складов по признаку содержания выполняемых операций. По этому признаку все склады можно разделить на следующие группы:

- подсортiroвочные склады;
- распределительные склады оптовой и розничной торговли;
- сезонного или длительного хранения;
- транзитно-перевалочные (оборотные) склады – для перегрузки товаров с одного вида транспортного средства на другой;
- заготовительные склады – для хранения продуктов сельского хозяйства;
- таможенные склады, где временно хранятся грузы, подлежащие таможенному оформлению;
- склады сохранения – для выдачи хранимых товаров со склада на определенный срок и их последующего возврата на склад. Это могут быть, например, станки, оборудование, имеющие высокую стоимость и предназначенные для аренды и повторного многократного использования.

Исходя из товарной специализации склады делят на универсальные – для хранения различных продовольственных или непродовольственных товаров в широком ассортименте и специализированные – для хранения отдельных товарных групп.

Кроме того, существуют склады узкоспециализированные – для хранения одного вида товара, а также смешанные – для хранения продовольственных и непродовольственных товаров.

Различаются склады и по степени механизации складских операций: немеханизированные, механизированные, частично-механизированные, комплексно-механизированные, автоматизированные и автоматические.

В зависимости от своих размеров склады могут быть от небольших помещений в несколько квадратных метров до складов-гигантов, имеющих площади в сотни тысяч квадратных метров.

Склады различаются и по этажности здания, т. е. по высоте укладки грузов. Они могут быть: одноэтажные, высотно-стеллажные, многоэтажные и с перепадом высот.

В зависимости от конструкции различают следующие типы складов:

- открытые, представляющие собой отгороженную асфальтированную площадку, приспособленную для хранения продукции. На таких площадках обычно хранятся грузы, на которые не влияют атмосферные условия (бензин, керосин, смазочные материалы);
- полузакрытые склады (навесы), имеющие только крышу или крышу и одну или две стены. Они предназначены для хранения грузов, выдерживающих внешнюю температуру воздуха (велосипеды и мототовары, металлическая посуда, некоторые строительные материалы, сырье, уголь и т. д.);

- закрытые склады, используемые для хранения готовой продукции, комплектующих изделий, инструментов, продукции незавершенного производства. Это наиболее удобные и самые распространенные склады, поскольку товар, хранящийся в них, не подвергается влиянию атмосферных воздействий и порче. Кроме того, обеспечивается его материальная сохранность.

В зависимости от размещения склады подразделяются на прирельсовые, имеющие подъездные железнодорожные пути для подачи и уборки вагонов, пристанционные или портовые, расположенные на территории железнодорожной станции или порта, глубинные склады, расположенные вдали от железнодорожных путей, речных пристаней и морских портов, склады с автодорожным подъездом.

3.2. Виды холодильных складов, их характеристики

По назначению различают следующие типы холодильников: заготовительные, производственные, распределительные, базисные, для хранения овощей и фруктов, продовольственных баз, портовые, перевалочные, предприятий розничной торговли и общественного питания, смешанного назначения.

Заготовительные холодильники сооружают в районах заготовок скоропортящихся пищевых продуктов. Они предназначены для первоначальной холодильной обработки, кратковременного хранения и подготовки заготовляемых продуктов к транспортировке на торговые предприятия или распределительные холодильники и холодильники других типов.

Производственные холодильники - составная часть пищевых предприятий (мясокомбинатов, рыбокомбинатов, консервных, Молочных заводов и др.). Они осуществляют холодоснабжение технологических процессов производства. Их используют для охлаждения, замораживания и хранения сырья и готовой продукции.

Распределительные холодильники предназначены для создания и хранения резервных, сезонных, текущих запасов скоропортящегося сырья и готовой продукции, обеспечивающих ритмичность производства пищевых отраслей и равномерное снабжение пищевыми продуктами населения в течение года.

Распределительные холодильники могут быть универсальными или специализированными в зависимости от номенклатуры сохраняемых грузов. В состав распределительных холодильников особенно вместимостью от 7000 до 20 000 т, могут входить цеху по выработке мороженого или быстрозамороженных пищевых продуктов (ягод и т.д.), сухого и водного льда, фасовке масла, изготовлению полуфабрикатов. Такие холодильники называются хладокомбинатами.

Базисные холодильники предназначены для длительного хранения резервов скоропортящихся продуктов (госрезерв). Эти холодильники сооружают в местах, которые удалены от населенных пунктов и надежно защищены.

Холодильники для хранения овощей и фруктов могут быть самостоятельными предприятиями либо входить в состав плодовоовощных и продовольственных баз. Они располагаются в сельской местности, играя роль заготовительных, или в местах потребления (в городах, поселках).

Холодильники продовольственных баз предназначены для обслуживания торговой сети небольших городов. В них поступают пищевые продукты с производственных и распределительных холодильников.

Портовые холодильники используют для хранения пищевых продуктов, перевозимых водным транспортом. В них осуществляется перевалка пищевых продуктов с судов-рефрижераторов на железнодорожный и автомобильный транспорт и наоборот, поэтому их относят к группе транспортно-экспедиционных.

Перевалочные холодильники предназначены для кратковременного хранения грузов при передаче их с одного вида транспорта на другой, например с железнодорожного на автомобильный и наоборот.

Холодильники предприятий розничной торговли и общественного питания предназначены для хранения запасов продуктов, которые реализуются предприятиями в течение нескольких дней.

Холодильники смешанного назначения выполняют несколько функций. Например, производственные и портовые холодильники в крупных городах могут осуществлять одновременно функции распределительных. И портовые холодильники в рыбных портах могут выполнять роль производственных холодильников рыбокомбинатов.

Вопрос 3. Погрузочно-разгрузочные работы и транспортно-складские операции

Технология погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ на складах определяет порядок и последовательность выполнения операций по погрузке, выгрузке, транспортировке и складированию пакетов, используемые технические средства, а также устанавливает требования по охране труда. Технологию ПРТС работ удобно рассмотреть на примере пакетов, сформированных на стандартных плоских поддонах размерами 800x1200x150 мм, изготавливаемых по ГОСТ 9078-85. Требования к пакетам сформулированы в ГОСТ 24597-81.

Пакетированию на поддонах подлежат грузы в транспортной таре или без нее, имеющие стабильную правильную геометрическую форму, не меняющуюся в процессе пакетирования, складирования и транспортировки. Необходимую прочность обвязки пакета на плоских поддонах обеспечивают средства скрепления грузов – упаковочная стальная и полимерная ленты, стальная проволока, усадочная и растягивающаяся пленки, клей и т. п.

Грузы пакетами перевозят железнодорожным и автомобильным транспортом согласно правилам, действующим на соответствующем виде транспорта, и другой документации, утвержденной в установленном порядке. Способы крепления пакетов в железнодорожных вагонах должны соответствовать ГОСТ 22477-77. При двухъярусном размещении пакетов в крытых вагонах рекомендуется формировать пакет со следующими параметрами: при одноярусном размещении – высота, включая поддон, 1350 мм, масса не более 1 т; при трехъярусном размещении – высота 900 мм, масса не более 700 кг.

При проведении ПРТС работ применяют: в крытых вагонах электропогрузчики грузоподъемностью 1,0...1,6 т и автопогрузчики той же грузоподъемности с каталитическими нейтрализаторами отработавших газов; авто- и электропогрузчики грузоподъемностью не более 1,0 т для загрузки крытых автомобилей грузоподъемностью 8,0 т и более; авто- и электропогрузчики грузоподъемностью до 2,0 т с максимальной высотой подъема груза 4500 мм при укладке пакетов в штабель высотой более 3,3 м. Погрузчики оборудуют штатными вилами, приспособлением для бокового перемещения, а при необходимости и специальными грузозахватными приспособлениями (для операций с рулонами, бочками и т.п.). На загрузке автофургонов длиной свыше 4,0 м и грузоподъемностью до 8,0 т дополнительно используют ручные гидравлические или электрические самоходные тележки, штабелеры.

Чтобы обеспечить возможность въезда погрузчика в автофургон или вагон при несовпадении высоты рампы склада с уровнем пола кузова (или вагона), может использоваться переходной трап (пандус). Из вспомогательного оборудования используют лом, молоток, средства для крепления пакетов в вагонах, соответствующие требованиям ГОСТ 22477-77.

Выгрузку пакетов из вагонов и формирование штабеля проводит бригада в составе двух-трех человек: двух водителей-погрузчиков и при необходимости одного рабочего для выполнения вспомогательных операций. Вагон подают к месту проведения грузовых операций и затормаживают башмаками. Для въезда погрузчика внутрь вагона укладывают трап. После открытия двери вагона рабочий удаляет средства крепления и при заполнении свободного объема в междверном пространстве отдельными штучными грузами формирует из них пакеты на порожних поддонах по схемам укладки груза.

Пакеты выгружают в такой последовательности: сориентировав вилы погрузчика (при необходимости с помощью приспособлений), следует ввести их в проемы поддона и плавно подъехать к пакету до упора в его торец; приподнять пакет и наклонить грузоподъемную раму назад; транспортировать взятый на вилы пакет в склад на высоте не более 300 мм над полом склада.

При штабелировании пакетов внутри помещения на пол необходимо соблюдать следующие требования:

- пакеты укладывают в штабель прямой кладки до трех ярусов по высоте, с уступами и смещением к центру штабеля – при высоте более трех ярусов (рис. 2); укладка пакетов должна быть по возможности более плотной, параллельными рядами без перекосов (исключение составляют зазоры, предусмотренные требованиями технологии хранения продуктов);
- допускается использование деревянных прокладок для выравнивания пакетов;
- ширина штабеля не должна превышать 6,0 м. Длина штабеля определяется местными условиями;
- укладка в штабель деформированных пакетов не допускается (в зависимости от степени деформации пакеты необходимо исправлять или переформировывать);
- высота штабеля определяется исходя из условий максимального использования высоты секции склада, технологии хранения, с учетом прочности тары и допустимой нагрузки на пол склада;
- расстояние от верха штабеля до светильников на складе должно составлять не менее 500 мм.

Пакеты на складе размещают по заранее разработанным схемам складирования с учетом наиболее рационального использования складской площади, удобства использования средств механизации при выполнении складских операций в соответствии с требованиями действующих стандартов и местных (отраслевых) нормативных актов.

Автофургоны разгружают с заездом в них по переходному трапу погрузчика, тележки или штабелера. Пакетированный груз, поступивший в крупнотоннажных контейнерах, разгружают с помощью ручных гидравлических или электрических тележек или со стола-платформы. Снятый с контейнеровоза контейнер разгружается с заездом погрузчика внутрь контейнера или с помощью тележки.

Разборку штабеля и погрузку пакетов в транспортные средства выполняет бригада из двух-трех человек: двух водителей-погрузчиков и при необходимости одного рабочего для выполнения вспомогательных операций.

При отгрузке пакетов железнодорожным транспортом режим перевозки устанавливается согласно Правилам перевозки грузов в зависимости от вида груза, продолжительности нахождения его в пути следования и времени года. Вагон подают к месту проведения грузовых операций, затормаживают башмаками, для въезда погрузчика укладывают трап. Вагоны, подаваемые под погрузку, должны быть технически исправными и очищенными внутри и снаружи.

При погрузке в крытый вагон объемом 120 м³ пакеты устанавливают симметрично продольной оси в два ряда по ширине и, как правило, в два-три ряда по высоте. В междверном пространстве вагона пакеты размещают с отступлением от дверей не менее 250 мм, чтобы обеспечивалась возможность механизированной выгрузки с обеих сторон вагона. В случае загрузки междверного пространства вагона пакетами разной высоты пакеты меньшей высоты устанавливают в нижний ярус. Погрузку пакетов в рефрижераторные вагоны проводят при опущенных напольных решетках. Число загружаемых пакетов зависит от грузоподъемности, погрузочного объема рефрижераторного вагона и массы пакетов. Пакеты в вагонах крепят таким образом, чтобы предотвратить их смещение и падение при транспортировке. Для этого средства крепления пакетов в вагонах должны соответствовать требованиям ГОСТ 22477-77.

Для максимального использования грузоподъемности вагонов и обеспечения устойчивости штабелей свободный объем в междверном пространстве вагона допускается заполнять отдельными единицами груза в количестве, кратном числу отдельных мест в пакете.

При перевозке пакетов автомобильным транспортом используют универсальные бортовые автомобили и специализированные: автомобили-самопогрузчики, автофургоны, автопоезда. При отгрузке пакетов в контейнерах используют полуприцепы-контейнеровозы соответствующей грузоподъемности. Пакеты в кузове автомобиля и контейнерах устанавливают, как правило, в один ярус. Пакеты с легкими грузами могут быть установлены в два яруса при условии обеспечения их сохранности в процессе перевозки. К перевозке их следует принимать после внешнего осмотра, без их разборки.

Универсальные бортовые автомобили и автопоезда обычно загружают со стороны бортов, что не вызывает особых сложностей, если высота рампы находится ниже или на уровне настила кузова. Пакеты устанавливают погрузчиком с рампы непосредственно в кузов, при этом загрузка проводится с перестановкой автомобиля загружаемой стороной кузова к фронту работ. Кузова крытых автомобилей грузоподъемностью 8,0 т и более, а также крупнотоннажные контейнеры загружают с въездом погрузчика в кузов или контейнер. Для обеспечения возможности въезда погрузчика в фургон или контейнер с рампы можно использовать переходной трап при условии, что его уклон не превышает 7°.

Фургон или контейнер загружают, как правило, в два этапа. С помощью одного погрузчика пакеты устанавливают на край стола-платформы. Другим погрузчиком, перемещающимся по рампе или перекидному пандусу, пакеты перегружают в кузов или контейнер. Допускается подъем погрузчика на рампу другим грузоподъемным средством. Для загрузки автофургонов грузоподъемностью до 8,0 т или крупнотоннажных контейнеров рекомендуется использовать гидравлические или электрические тележки.

1.8 Лекция 8 (2 часа)

Тема: «Холодильное технологическое оборудование»

1.8.1 Вопросы лекции

- 1.Классификация и характеристика оборудования
- 2.Вспомогательные средства, применяемые при холодильной обработке и хранении
- 3.Компоновка холодильных установок

1.8.2. Краткое содержание вопросов

Классификация и характеристика оборудования

Холодильное оборудование используют для кратковременного хранения, демонстрации и продажи предварительно охлажденных и замороженных скоропортящихся продуктов при пониженной положительной или отрицательной температурах. К торговому холодильному оборудованию относят: охлаждаемые витрины, прилавки-витрины, холодильные шкафы, низкотемпературные лари, холодильные камеры и специализированное холодильное оборудование - льдогенераторы, фризеры мягкого мороженого, автоматы для охлаждения соков, напитков, продажи замороженных соков в аппаратах.

Современные холодильные витрины являются необходимым элементом любого магазина, кафе, бара. Отечественные и зарубежные фирмы поставляют на рынок разнообразное холодильное оборудование, отличающееся друг от друга формой, размерами, внешней отделкой. Часто образцы разных фирм похожи внешне, однако имеют разную цену, от приемлемой до весьма высокой.

Вместе с тем конструктивно холодильные витрины и прилавки-витрины в большей части выполнены однотипно. Холодильное оборудование выпускается со встроенным холодильным агрегатом или без него предназначенным для централизованного

холодоснабжения Переднее стекло витрины не бликующие, с одним изгибом, что обеспечивает видимость продукта.

Для магазинов самообслуживания конструкция витрины модифицирована. Доступ к продукту имеет как покупатель, так и продавец. Отличительной особенностью витрины является переднее стекло, обеспечивающее свободный доступ покупателя к продукту. Витрина легко загружается со стороны продавца.

Температура в витрине (от +2 до - 3) поддерживается терmostатами, расположенными в верхней и нижней части витрины.

Как в верхней, так и в нижней части витрины применяется электрическое оттаивание инея. Длительность оттаивания контролируется специальным таймером. Этот процесс запускается датчиком, расположенным в верхней части витрины.

Холодильное оборудование большинства фирм отвечает уровню европейского качества. В основном оно технически однотипно, однако французское, немецкое, финское оборудование имеет более высокий уровень исполнения и надежности.

Средне - и низкотемпературные прилавки для продажи охлажденных и замороженных продуктов выпускаются с индивидуальными холодильными агрегатами и с системой централизованного холодоснабжения.

Конструктивное оформление витрин для магазинов определяется особенностями товародвижения и наличием свободной площади торгового зала. При ограниченной площади торгового зала применяются холодильные витрины типа EURO-SCANDIA.

При продаже товара из контейнеров применяются холодильные витрины, например, типа ВХС-2-2к "Марихолодмаш" (витрина холодильная среднетемпературная с централизованным холодоснабжением на два контейнера)

Современный рынок торгового холодильного оборудования насыщен множеством холодильных шкафов фирм-изготовителей Финляндии, Италии, Польши и других стран, которые отличаются друг от друга габаритными размерами, дизайном, техническими характеристиками.

Сборные камеры предназначены для кратковременного хранения скоропортящихся продуктов.

Современные холодильные камеры производят в двух вариантах - панельными и блочными.

Холодильные камеры панельного типа имеют унифицированные сборные элементы с заливной теплоизоляцией. Они просты в монтаже и транспортировке. Сборочные элементы оборудованы встроенным узлом длястыкования, что упрощает и облегчает монтаж.

Холодильные камеры комплектуются холодильными машинами в традиционном варианте и в виде моноблоков.

При традиционном исполнении монтажной схемы холодильной машины холодильный агрегат располагается рядом с камерой или крепится на одной из ее поверхностей, испаритель или воздухоохладитель находится внутри холодильной камеры.

Сборные камеры блочного типа состоят из готовых блоков (стеновых, П-образного вида с дверью и полностью собранной холодильной машиной). Такие камеры удобны для монтажа, но менее удобны для транспортировки.

К специализированному холодильному оборудованию относятся льдогенераторы для приготовления кубикового или чешуйчатого льда, фризеры мягкого мороженого, холодильные шкафы для охлаждения и замораживания продуктов, автоматы для охлаждения соков и продажи мороженого.

Отличительной особенностью льдогенераторов является в основном форма поверхности испарителя. При плоской поверхности испарителя получается кубиковый лед, при цилиндрической, например в льдогенераторе ЛП-50, - в виде цилиндров. Этот лед применяют в кафе, ресторанах для охлаждения напитков.

Чешуйчатый лед приготавливается намораживанием его на цилиндрической поверхности барабана с последующим срезанием льда с барабана специальной фрезой. Чешуйчатый лед применяют для охлаждения фарша, рыбы, хранения деликатесных продуктов во льду. Фризеры мягкого мороженого предназначены для приготовления замороженой до температуры не ниже - 5 С смеси мороженого. Устройство большинства фризеров однотипно. В рабочий цилиндр из загрузочной емкости поступает жидкая смесь, которая намораживается на внутренней поверхности цилиндрического испарителя. Намороженная смесь, в которую скребком-мешалкой «вбивается» воздух, срезается с поверхности испарителя и порционно выдается потребителю. Качество готовой продукции зависит от состава смеси и усилий удаления намороженой смеси с поверхности испарителя.

Конструкция холодильных шкафов для охлаждения продуктов отличается от шкафов для хранения продуктов наличием в шкафу направленного, регулируемого движения потока воздуха. Холодопроизводительность холодильной машины учитывает тепло, отводимое для охлаждения продуктов. Продукты загружаются с передвижных тележек переталкиванием функциональных емкостей на полки шкафа.

Более технологична загрузка и охлаждение продуктов в холодильном шкафу непосредственно на стеллаже.

Холодильное оборудование, устанавливаемое на предприятиях массового питания, определяется типом предприятия.

Назначение предприятия определяет структуру и состав функциональных групп складских производственных помещений, а также торгового зала с холодильным оборудованием в комплексе технологического оборудования, используемого для отпуска продуктов. Группа производственных помещений, использующих холодильное оборудование, включает следующие цехи: мясной, рыбный, овощной, субпродуктов, холодильный, обработки зелени, кулинарный, кондитерский, цех для выработки пельменей и вареников, изготовление мягкого мороженого.

Основным холодильным оборудованием производственных цехов являются холодильные шкафы, сборные холодильные камеры и секционные столы с охлаждаемыми емкостями.

В горячих цехах и горячем отделении кулинарного цеха охлаждаемые емкости используются для хранения жиров и жарки, сметаны, творога, молока, яиц и других продуктов для приготовления блюд и кулинарной продукции (суточный или полусуточный запас).

Кроме перечисленного холодильного оборудования используется специализированное холодильное оборудование для охлаждения и замораживания сырья и готовой продукции, для охлаждения соков, приготовления охлажденных напитков.

В торговом зале вблизи линии отпуска готовой продукции могут устанавливаться фризеры мягкого мороженого, льдогенераторы.

В складских помещениях размещаются охлаждаемые камеры для хранения мяса, рыбы, молочных продуктов, яиц, жиров и гастрономических товаров, фруктов и ягод, зелени, пива и напитков, мясных, рыбных и овощных полуфабрикатов, кремовых кондитерских изделий, готовых кулинарных изделий, пищевых отходов.

Холодильные камеры на предприятиях общественного питания не имеют существенных конструктивных отличий от камер, используемых в торговле.

Размещение продукции в камерах традиционное - на стеллажах, в ящиках и контейнерах.

Холодильный агрегат является основной частью моноблочной холодильной машины или выполняется в виде сплит-системы. Охлаждение воздуха - преимущественно посредством воздухоохладителей.

Холодильные агрегаты блока стационарных холодильных камер устанавливаются в отдельном специализированном помещении. Холодильные агрегаты, обеспечивающие холодом единичную холодильную камеру, размещают рядом с холодильной камерой..

Использование холодильного оборудования в производственных цехах определяется принятой схемой технологических операций приготовления продукции. При реализации поточного производства с использованием функциональных емкостей и передвижных стеллажей и т.д.

3.2. Вспомогательные средства, применяемые при холодильной обработке и хранении

Для сохранения качества, снижения потерь и увеличения продолжительности хранения продуктов применяют дополнительные к холоду средства: ультрафиолетовое и ионизирующие излучения, регулируемые (РГС) и модифицированные (МТС) газовые среды, повышенное и пониженное давление, пищевые покрытия, упаковку и т. д.

Ультрафиолетовое излучение широко применяют на пищевых и торговых предприятиях для санации воздуха и поверхностного слоя продуктов. Оно охватывает область электромагнитных колебаний с длиной волны 136–4000 А, обладает большой энергией и поэтому оказывает сильное химическое, физическое и биологическое действие. В зависимости от длины волны действие различных участков ультрафиолетового спектра неодинаково. Наибольшим воздействием на бактерии, подавляющим их жизнедеятельность, обладают лучи с длиной волны от 2950 до 2000 А. Данная область называется бактерицидной. Максимум бактерицидного действия оказываются лучи с длиной волны около 2600 А.

Бактерицидные ламповые источники ультрафиолетовых лучей, выпускаемые промышленностью, представляют собой газоразрядные лампы низкого давления с самонакаливающимися катодами. Они работают от электрической сети переменного тока напряжением 127 и 220 В. В условиях производства и хранения продуктов наибольшую опасность в отношении заражения их микрофлорой представляет бактериальный аэрозоль, находящийся вследствие конвекции воздуха во взвешенном состоянии.

Под воздействием УФ-лучей происходит отмирание микроорганизмов только в поверхностном слое продукта, так как проникающая способность лучей не превышает 0,1 мм. Стерилизующий эффект облучения зависит от микробиологической загрязненности продукта и стадии развития микроорганизмов. В сочетании с низкими положительными температурами оно значительно увеличивает сроки хранения (в два раза и более) охлажденного мяса, яиц, полукопченых и копченых колбасных изделий, сыров, цитрусовых плодов и других продуктов.

Под влиянием облучения рост микрофлоры резко замедляется, т. е. проявляется бактериостатический эффект, который зависит не только от дозы облучения, но и от состояния внешней среды. С понижением температуры среды продолжительность бактериостатического эффекта увеличивается.

Ионизирующие излучения вследствие их высокой энергии способны вызвать ионизацию электрически нейтральных атомов и молекул и стимулировать в облученных материалах однотипные химические реакции.

Обработку продуктов проводят в специальных аппаратах (например, кобальтовые пушки), где происходит радиоактивный распад различных изотопов. При этом в продуктах возникают химические превращения, связанные в первую очередь с ионизацией воды, что вызывает образование свободных радикалов с высокой химической активностью, которые приводят к изменениям в клетках. При определенной дозировке лучи подавляют жизнедеятельность микроорганизмов. На практике радиационную обработку проводят в виде радиапертизации - до полной стерильности продукта; радиурезации - до ограниченного подавления микрофлоры; радиосидации - выборочного подавления микроорганизмов какого-либо типа с целью увеличения продолжительности хранения продукта.

Применение антисептиков основано на их свойстве подавлять микроорганизмы, предохраняя тем самым продукты от порчи. Проникая в клетку микроорганизма, эти вещества вступают во взаимодействие с белками протоплазмы, что приводит к ее гибели.

Антисептикам предъявляют ряд требований, важнейшими из которых являются их безвредность и минимальные изменения потребительских свойств продуктов.

В качестве антисептиков применяют кислоты - сорбиновую и бензойную, перекись водорода, диоксид серы и др.

Регулируемая газовая среда (РГС) как метод консервирования заключается в хранении плодов и овощей в атмосфере с пониженной концентрацией кислорода и более высокой, чем в воздухе, концентрацией диоксида углерода. Снижение концентрации кислорода и повышение углекислого газа замедляют процесс газовыделения в два-три раза и уменьшают теплоту дыхания до 3-5%.

Благодаря использованию РГС для хранения плодов и овощей в охлажденном состоянии увеличиваются сроки созревания и хранения и уменьшаются потери. В практике хранения применяют газовые среды разных типов, различающиеся содержанием кислорода и углекислого газа.

Состав газовой смеси зависит от вида сырья, сорта, условий выращивания и других факторов. Модифицированная газовая среда является разновидностью РГС. В этом случае газовый состав при хранении плодов и овощей создается в упаковке продукта и выдерживается с меньшей точностью.

Для поддержания стабильности газовой среды внутри упаковки при хранении плодов используют селективно-проницаемые мембранные из пленок с высокой газопроницаемостью, поглотители углекислого газа и паров воды, перфорированные пленочные материалы. Часто эти способы комбинируют, применяя дополнительную обработку плодов, поглотители этилена, альдегидов и других веществ, выделяемых плодами при хранении и влияющих на их качество.

Селективно-проницаемые мембранные изготавливают обычно из силиконового каучука - пленочного материала с хорошей газопроницаемостью. В таких упаковках создается модифицированная микроатмосфера, которую в определенной степени можно регулировать, подбирая пленки с различной селективной проницаемостью для газов, сорта и количество плодов, а также температурно-влажностный режим в хранилищах.

Хранение яблок в полиэтиленовых контейнерах с силоксановыми мембранными позволяет значительно увеличить выход товарных плодов и снизить потери, сократить их естественную убыль.

Для мелкой потребительской упаковки свежих фруктов, овощей и ягод используют различные пленочные материалы в зависимости от интенсивности дыхания объекта.

Модифицированную газовую атмосферу применяют также для консервирования сырья животного происхождения и продуктов его переработки. Повышенные концентрации углекислоты подавляют жизненные функции микроорганизмов охлажденного мяса и мясопродуктов и процессы окисления жира.

При переработке мяса в качестве вспомогательного консервирующего средства применяют препарат «Бомаль», в состав которого входят ацетат цитрат и Л-аскорбат натрия, Л-аскорбиновая кислота. Препарат стабилизирует количество микроорганизмов, способствует увеличению сроков хранения мясопродуктов, сохранению их свежести и улучшению органолептических свойств.

3.3. Компоновка холодильных установок

Компоновка холодильных установок определяется технологическими процессами, использующими холод. Основные технологические области применения искусственного холода можно разделить на четыре группы: производство и распределение пищевых продуктов; технологические и химические процессы; особые виды использования холодильной техники; промышленное и комфортное кондиционирование воздуха.

При производстве и распределении пищевых продуктов используют различные виды их холодильной обработки и холодильное хранение. Понятие «холодильная обработка» включает в себя проведение процессов охлаждения, подмораживания, замораживания и размораживания.

Рассмотрим технические средства для холодильной обработки мяса в полутишах. Помещения для холодильной обработки мяса в полутишах и тушах представляют собой камеры или туннели. Камеры и туннели оборудуют однорельсовыми подвесными путями и цепными или штанговыми конвейерами, служащими для передвижения полутиши по путям. Расстояния между подвесными путями 900—1100 мм, расстояние от пола 3,35 м. По такому однорельсовому пути передвигаются каретки, состоящие из ролика, обоймы и крюка. К крюку подвешивают полутишу, которая в таком состоянии охлаждается, а затем перемещается в камеры хранения охлажденного мяса или в некоторых случаях в камеры замораживания. По нормам, принятым в мясной промышленности, средняя загрузка 1 м подвесного полосового пути для говядины в полутишах средней массой менее 60 составляет 225 кг, 60 кг и более — 280 кг. Нагрузка на 1 м² площади пола принята равной 200—250 кг.

Камеры оборудуют приборами охлаждения, которые размещают в зависимости от применяемого способа распределения воздуха. В грузовом объеме холодильных камер его осуществляют через нагнетательные и всасывающие каналы; бесканальные системы с подачей воздуха в пространство между потолком и каркасом подвесных путей; туннельными системами с распределением воздуха вдоль или поперек подвесных путей камеры; через щели ложного потолка с подачей воздуха сверху вниз; из сопел межпутевых воздуховодов, расположенных над полутишами (метод воздушного душирования).

Одноканальная система создает условия направленного распределения охлажденного воздуха. Воздуховоды постоянного статического напора выполняют с переменной по длине площадью сечения и постоянным сечением щелей или насадок. Под насадкой понимают направляющий элемент, который крепят на выходном отверстии воздуховода для создания необходимого, направления и скорости движения воздуха. Насадка способствует уменьшению сопротивления истечения воздуха из отверстия. Насадки бывают круглые и щелевые (осевые или радиальные). Воздуховоды располагают над подвесными путями. Расположение воздуховода ниже балок подвесных путей, т. е. приближение воздуховода и насадок к поверхности полутиши, улучшает технико-экономические показатели системы, так как сокращается продолжительность охлаждения и усушки, уменьшается расход энергии на привод вентиляторов.

При воздушном душировании воздух подают сверху вниз из сопел, вмонтированных в воздуховоды, размещенные над или между подвесными путями. Все воздуховоды имеют сопла диаметром 40-60 мм, расположенные в шахматном порядке, по шесть штук на 1 м длины воздуховода. Воздух подают в пространство камеры со скоростью 8-10 м/с. В отличие от непосредственного воздушного душирования, при котором воздух охлаждается в обычных воздухоохладителях, система воздушного душирования с межпутевыми воздухоохладителями состоит из воздуховодов с соплами, вентиляторов и охлаждающей батареи. Вентиляторы всасывают воздух камеры и нагнетают воздуховоды, из которых воздух через сопла подается вначале на охлаждающие батареи, а затем на полутиши мяса. Межпутевые воздухоохладители направляют потоки воздуха и охлаждают воздух камеры. Средняя скорость воздуха у бедренной части полутиши при непосредственном воздушном душировании составляет 1,84-2,11 м/с, при воздушном душировании с использованием межпутевых воздухоохладителей — 1-1,55 м/с.

Длительное время использовали способ распределения воздуха в камерах холодильной обработки мяса через щели ложного потолка. Ложный потолок выполняют из деревянных щитов, уложенных над рельсами подвесных путей. В ложном потолке

предусматривают щели шириной 30 мм, расположенные вдоль рельсов на расстоянии 130 мм от их оси. Вентиляторы подают охлажденный в воздухоохладителях воздух в пространство над ложным потолком, а затем через ряд щелей он поступает в пространство камеры. Скорость выхода воздуха из щели 5 м/с. Объем струи воздуха по мере перемещения сверху вниз увеличивается в результате подсоса воздуха камеры. На расстоянии 1000 мм от щели скорость воздуха 1,0-1,2 м/с.

На некоторых холодильниках мясокомбинатов камеры холодильной обработки оборудованы потолочными воздухоохладителями без системы воздухораспределения. В этом случае скорость воздуха у бедренной части полутиши 0,3-1,1 м/с. Несмотря на значительный расход электроэнергии на привод вентиляторов, необходимая для быстрого охлаждения мяса скорость воздуха у полутиши не достигается.

Туннели для холодильной обработки мяса в полутишах выполняют с продольным (вдоль подвесных путей) и поперечным движением воздуха. Предпочтение отдают туннелям с поперечным движением воздуха ввиду более равномерного омывания воздухом полутиши, обеспечения более высокой скорости воздуха. Камеры и туннели для замораживания выполняются подобно камерам охлаждения. При замораживании целесообразно воздуховод и сопла приближать к бедренной части полутиши. Учитывая, что усушка зависит от средней температуры поверхности полутиши, необходимо как можно быстрее добиваться достижения на поверхности мяса температуры воздуха камеры. Поэтому начало процесса следует проводить с наибольшей интенсивностью (при высокой скорости движения воздуха и его низкой температуре).

Для камер охлаждения и замораживания в ряде случаев применяют радиационную и воздушно-радиационную системы охлаждения. При воздушно-радиационной системе в камере, кроме воздухоохладителя, между полутишами размещают приборы охлаждения (батареи). При этой системе радиационный тепловой поток составляет 30-40% конвективного, благодаря чему соответственно снижаются потери от усушки по сравнению с чисто воздушной системой охлаждения. Охлаждение целесообразно вести при снижении скорости воздуха от 4,6 м/с в начале процесса до 0,5-0,3 м/с в конце процесса обработки, что обеспечивает уменьшение конвективного коэффициента теплоотдачи по экспоненциальному закону. По такому же закону уменьшается количество теплоты, отводимой от мяса при холодильной обработке.

1.9 Лекция №9-10 (4 часа)

Тема: «Хранилища для плодов и овощей»

1.9. 1 Вопросы лекции:

- 1.1 Особенности хранения плодово-овощной продукции
- 1.2 Состав и назначение зданий и комплексов для хранения
- 1.3 Временные хранилища
- 1.4 Стационарные хранилища

1.9.2. Краткое содержание вопросов

Наименование вопроса №1 Особенности хранения плодово-овощной продукции

Помещения для хранения в современных условиях представляют собой секции или камеры, оснащенные устройствами для вентилирования их внутреннего объема и самой продукции, обогрева и охлаждения, а в ряде случаев и регулирования состава газовой среды. Помещения для хранения, как правило, делают прямоугольной формы с размерами, кратными в плане 6м. Для улучшения условий работы средств механизации и обеспечения наиболее полного использования объема в помещениях делают минимальное количество внутренних опор. Минимальный пролет конструкций 6м, практикуют применение пролета 12, 18 и даже 24м.

В стенах помещений хранения устраивают воротные или дверные проемы, обеспечивающие въезд транспортных средств с грузом или электропогрузчиков, проход технологического оборудования, обслуживающего персонала.

Размещают продукцию в помещениях двумя способами: россыпью — в закромах и навалом по всей площади помещений; в таре — в ящичных поддонах, контейнерах, в ящиках, установленных в пакеты на поддонах.

Россыпью хранят картофель, корнеплоды, лук, капусту, а в таре — картофель, овощи и фрукты. В контейнерах и ящичных поддонах, вмещающих до 600кг, хранят картофель, корнеплоды, капусту; лук, морковь, яблоки хранят в крупноразмерной таре на 150—300 кг, В ящиках хранят фрукты, лук, морковь.

Высота насыпи при хранении продукции россыпью во многих случаях ограничивается только способностью тканей растительных объектов выдерживать без отрицательных последствий давление выше лежащих слоев продукции.

Высоту насыпи картофеля при хранении обычно ограничивают 3,5—6 м. По данным исследований, выполненных в Германии, при высоте насыпи более 5м в нижней ее части из-за значительного давления вышележащей продукции клубни деформируются, некоторые сорта картофеля претерпевают под действием давления физиологические изменения, чернеют при варке.

Все методы хранения продукции подразделяют две группы — хранение при естественной и вынужденной конвекции.

При естественной конвекции тепломассообмен продукции с окружающей средой проходит в основном внешней ее поверхности. А. А. Холмквист для определения требуемой поверхности тепломассообмена продукции при естественной конвекции ввел «показатель сохраняемости», определяемый отношением площади поверхности продукции, контактирующей с окружающей средой, к объему хранящейся продукции. На основании наблюдений в хранилищах с естественной конвекцией А. А. Холмквист получил следующие значения показателей сохраняемости для центральных районов РСФСР: для картофеля $2,65 \text{ м}^2/\text{м}^3$, для свеклы 3,0, для моркови - $6,5—7,5$, для капусты $4,33—6,0$, для лука репчатого $12,0—17,0 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

Исходя из приведенных значений показателей сохраняемости при хранении навалом, можно размещать картофель в насыпи высотой не более 1,20 м, свеклу 0,85, морковь 0,25, капусту 0,4, лук репчатый 0,17 м.

Хранение навалом при малых высотах насыпи приводит к крайне нерациональному использованию объема помещения. Попытки улучшить положение установкой в помещениях хранения трех четырех ярусных стеллажей привели к резкому увеличению трудоемкости их эксплуатации. В связи с этим хранение овощей навалом в условиях естественной конвекции практически не применяют.

При хранении в таре показатель сохраняемости составляет: для ящичных поддонов и контейнеров объемом $0,7 \text{ м}^3—6,8 \text{ м}^2/\text{м}^3$ и $0,5 \text{ м}^3 — 7,5 \text{ м}^2/\text{м}^3$; для ящиков объемом $0,02 \text{ м}^3 — 43 \text{ м}^2/\text{м}^3$; $0,03 \text{ м}^3 — 26 \text{ м}^2/\text{м}^3$ и $0,06 — 19 \text{ м}^2/\text{м}^3$. Возможность установки ящичных поддонов, контейнеров и ящиков в многоярусные штабеля с помощью погрузчиков позволяет не только достаточно эффективно использовать объем помещений хранения, но и сравнительно просто механизировать процесс их загрузки и разгрузки. Поэтому такое размещение продукции получило широкое распространение. При таком хранении в помещениях организуют общеобменную вентиляцию. Подаваемый воздух омывает штабеля я каждый контейнер или ящичный поддон.

Современные хранилища должны обеспечить прохождение всех биохимических процессов в продукции, как правило, в одном помещении без ее перегрузок. Дело не только в том, что перегрузка продукции связана с большими затратами ручного труда. Любое перемещение ее ведет к ранениям покровных тканей, что увеличивает потери.

При хранении продукции россыпью в условиях естественной конвекции это требование не всегда осуществимо. Во многих случаях требуемые интенсивности

тепломассообмена в разные периоды хранения настолько различны, что для обеспечения их прохождения при естественной конвекции требуется изменение параметров окружающей продукцию среды в практически неосуществимом диапазоне.

Значительно расширяются возможности проведения, всех операций при хранении продукции в условиях вынужденной конвекции, когда тепломассообмен проходит непосредственно в толще насыпи.

Хранение картофеля и овощей в условиях активного вентилирования. Картофель и овощи при вынужденной конвекции хранят навалом в условиях активного вентилирования, под которым понимают равномерную принудительную периодическую подачу в продукцию воздуха с определенными температурой, влажностью и скоростью. Движение воздуха в скважинах продукции обеспечивается в результате искусственно созданного градиента давления путем нагнетания или отсоса из нее воздуха.

При активном вентилировании поверхность тепломассообмена насыпи равна практически всей поверхности объектов хранения. Поверхность клубней картофеля в 1 т составляет, по данным автора, 125 м², моркови 150—170, свеклы 120, лука репки 160—170, кочанов капусты 65 м². Эти величины, по крайней мере на порядок больше поверхности тепломассообмена при хранении продукции в условиях естественной конвекции. Интенсивностью тепломассообмена при активном вентилировании можно эффективно управлять, изменения температурно-влажностные параметры и скорость движения воздуха.

В период основного хранения при помощи активного вентилирования из массы продукции удаляют выделяемое ею тепло и продукты обмена. Температура — основной фактор, от которого зависит успех хранения.

Качественно сохранить картофель и овощи удается только при обеспечении равномерного температурного поля по высоте насыпи. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что градиенты температуры по высоте слоя продукции могут быть практически ликвидированы при периодическом вентилировании насыпи 2—6 раз в сутки по 20—30 мин.

Важнейшая задача активного вентилирования при хранении продукции — поддержание в сухом состоянии поверхности объектов хранения. При отсутствии капельно-жидкой влаги ухудшаются условия развития микроорганизмов, а также замедляется прорастание продукции. Периодическое вентилирование указанной выше продолжительности и частоты обеспечивает удаление из толщи насыпи влаговыделений при подаче в нее воздуха с относительной влажностью около 80%.

Четыре цикла вентилирования достаточны при хранении картофеля, свеклы, при хранении моркови и капусты количество циклов увеличивается до шести, а при хранении лука снижается до двух; излишнее вентилирование, продукции в период хранения ведет к дополнительным потерям в массе из-за испарения влаги. Поэтому увеличение продолжительности цикла вентилирования может быть допущено только в случае невозможности снятия из насыпи теплоизбыток за 20—30 мин.

Хранение продукции в таре при общеобменной вентиляции. В современных условиях при естественной конвекции хранят картофель, овощи и фрукты в таре. В помещениях для хранения устраивают принудительную циркуляцию воздуха — так называемая общеобменная вентиляция. Однако потоки воздуха в этом случае не проникают в толщу продукции, а лишь омывают отельные ящики, ящичные поддоны, контейнеры.

Удаление из продукции избытка тепла, влаги происходит за счет тепломассообмена через, поверхность тары, омываемой воздухом, внутри же тары тепломассообмен проходит при естественной конвекции.

Температура и относительная влажность воздуха при хранении картофеля и овощей в таре должна быть такой же, как и при хранении, навалом при активном вентилировании. Параметры режима вентилирования меняются.

Широкое распространение получил метод хранения продукции в газовой среде, существенно отличающейся по составу от воздуха. При этом методе температуру продукции поддерживают на минимальном уровне, обеспечивающем замедление интенсивности процессов жизнедеятельности без нарушения их согласованности. Дальнейшее снижение интенсивности процесса достигается при изменении газового состава среды в помещениях.

Применяют различные газовые среды, во всех случаях в их основе лежит азот — от 79 до 97%. Содержание кислорода в газовых средах колеблется от 3 до 16%, а углекислого газа от 0 до 11%.

При хранении продукции применяют газовые смеси двух видов. К первому виду относят нормальные смеси с суммарным содержанием углекислого газа и кислорода, равным 21%. Обычно в газовых смесях этого вида содержится 5—9% углекислого газа, 12—16% кислорода и 79% азота.

Ко второму виду относят субнормальные газовые смеси, в них суммарная концентрация кислорода и углекислого газа ниже 21%. Наиболее употребительны субнормальные смеси с содержанием 3—5% кислорода, 3—5% углекислого газа и 90—94% азота. И связи с тем, что отдельные виды продукции плохо реагируют на присутствие в газовой среде углекислого газа, практикуют применение субнормальных смесей, в которых содержится 97% азота и 3% кислорода, углистый газ в них практически отсутствует.

Во время периода формирования и стабилизации состава среды в хранилище создают требуемые концентрации кислорода и углекислого газа. Продолжительность периода колеблется от 1 до 20 суток, зависит она от способа создания требуемого состава среды, физиологического состояния продукции и других факторов. В ряде случаев полностью или частично совмещают периоды охлаждения продукции, формирования и стабилизации состава газовой среды.

В период хранения в хранилищах поддерживают требуемые температуру, влажность, состав и подвижность газовой среды.

Режимы хранения в регулируемой газовой зависят от вида и сорта продукции, местных климатических и агротехнических факторов.

Потери продукции при хранении от естественной убыли массы, болезней, прорастания неизбежны. Естественная убыль массы связана с расходом питательных веществ на процессы жизнедеятельности и с испарением влаги.

Наименование вопроса №2 *Состав и назначение зданий и комплексов для хранения*

В состав агропромышленных комплексов для обработки и хранения сочной растительной продукции входят различные производственные здания, помещения и сооружения, которые делятся на следующие группы:

основного производственного назначения — для хранения картофеля, овощей и фруктов (секции, камеры), их приемки, послеуборочной и предреализационной обработки, фасовки и упаковки, проращивания семенного картофеля; переработки отходов и полноценные продукты питания; хранения готовой продукции перед отправкой потребителям; временного хранения и накопления продукции;

Часть перечисленных помещений и сооружений может и не входить в комплекс. Например, если отсутствуют помещения с искусственным охлаждением, нет необходимости вводить в состав комплекса машинное отделение холодильных установок. Отпадает необходимость на комплексах для хранения картофеля и овощей навалом и в зарядной для электропогрузчиков.

Площадку для размещения комплекса отбирают с учетом схемы землеустройства, как правило, на непригодных для земледелия участках. При выборе учитывают перспективное развитие хозяйств и самого комплекса, а также климатические условия, рельеф, местности, уровень грунтовых вод, наличие поверхностных вод и т. д.

Комплексы, как правило, располагают в производственной зоне населенного пункта или вблизи от нее. Они должны быть связаны с поставщиками и потребителями надежными, постоянно действующими транспортными коммуникациями. Около площадки должны быть источники электро- и водоснабжения. Целесообразно комплексы кооперировать с другими производственными предприятиями, так как при этом создаются единые системы электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, очистные сооружения и канализация, ремонтные службы, гаражи и стоянки техники, службы связи. При кооперировании производств могут быть созданы развитые единые культурно-бытовые помещения, отвечающие самым высоким требованиям.

Площадки комплексов должны быть расположены по рельефу местности ниже населенных пунктов, но выше животноводческих, птицеводческих и звероводческих ферм, ветеринарно-лечебных учреждений, навозоханилищ, мест сброса сточных вод, складов минеральных удобрений и ядохимикатов. Ко всем перечисленным объектам комплексы размещают с надветренной, а по отношению к населенным пунктам и общественным зданиям — с подветренной стороны.

Расстояния от комплексов до жилых и общественных зданий должны быть не менее 100 м, до навозоханилищ, полей орошения и компостиования — 300 м, до животноводческих зданий, ремонтных, мастерских, складов горюче-смазочных материалов — 50 м, складов минеральных удобрений — 200 м, а ядохимикатов — 500 м.

Площадка должна иметь относительно ровную поверхность и уклон в пределах 0,3—3 см на 1 м, обеспечивающий отвод поверхностных вод, что позволит вести строительство комплекса с минимальным объемом земляных работ.

Размеры площадки и ее форма должны не только позволить расположить здания и сооружения комплекса в соответствии с принятым производственным процессом, с соблюдением предписанных санитарными и

противопожарными нормами разрывов, но и обеспечить возможность перспективного развития комплекса.

При разработке генерального плана размещения зданий и сооружений на территории комплекса необходимо стремиться сохранить естественный рельеф площадки, что позволит сократить работы по перемещению, вывозке и завозу грунта и уменьшить общий объем земляных работ. Во всех случаях должен быть обеспечен сток поверхностных вод, поэтому необходимо принять меры по отводу поверхностных вод с вышележащих по рельефу мест от комплекса. Предусматривают озеленение и благоустройство территории.

Проектирование генерального плана ведут с учетом максимально возможной блокировки зданий и сооружений комплекса, целесообразной по условиям технологического процесса, эффективности и удобству его осуществления и не противоречащей санитарным и противопожарным требованиям.

Административно-бытовые помещения, механические мастерские, гаражи, цех тары, склады, котельные, машинные отделения холодильных установок целесообразно с позиций технологии и экономии располагать в отдельных зданиях. Естественно, что в таких случаях нет необходимости стремиться к всеобщему блокированию. Во всех случаях в отдельно стоящих зданиях и сооружениях размещают склады хладагента, горюче-смазочных материалов, склады тарной дощечки.

Здания и сооружения, неблагоприятные в санитарном отношении и пожароопасные (склады горюче-смазочных материалов, хладагента, тарной дощечки и упаковочных материалов, котельные, машинные отделения аммиачных холодильных установок) располагают ниже гю рельефу и с подветренной стороны по отношению и остальным постройкам комплекса.

Разрывы между зданиями на площадке делают минимальными, но не менее предусмотренных противопожарными требованиями. Противопожарные разрывы между зданиями хранилищ должны быть не менее 10 м, между хранилищами и складами угля —

12м, складом тарной дощечки —18 м, горюче-смазочных материалов — 60 ж. Величина разрыва ежончательно определяется необходимостью устройства дорог, площадок для сосредоточения и разворота транспортных средств, прокладки инженерных сетей и коммуникаций. Ширина автомобильных дорог на территории комплекса даяша быть, как правило, не менее 6 м, асфальтированные площадки возле мест разгрузки и загрузки транспортных средств следует делать шириной 18—25 м.

Перед въездами на территорию комплекса предусматривают стоянку для транспорта на период оформления документов, ожидающего загрузку и разгрузку. Здесь же устраивают стоянку личных транспортных средств работников комплекса.

Наименование вопроса №3 *Временные хранилища*

Не всегда возможно строить в хозяйствах и объединениях капитальные здания для хранения картофеля и овощей. В этих случаях целесообразно применять простейшие современные хранилища — бурты и буртовые площадки с активным вентилированием. Буртовые площадки строят в Белоруссии, Нечерноземной зоне РСФСР, на Украине. Обобщение опыта их эксплуатации позволило разработать проект буртовой площадки на 800 т картофеля. Площадка имеет размеры в плане 42×106 м, на ней размещены 12 наземных буртов размером (без укрытия) 4×24 м при высоте 1,7 м. Загрузку картофеля в бурты ведут с помощью системы транспортеров ТХБ-20, СТХ-30 или загрузчика ТЗК-30, выгрузку — грейферным погрузчиком типа ПЭ-0,8 или подборщиком ТХБ-20. Укрытие буртов делают из земли и соломы, хорошие результаты получают и при устройстве укрытия из трех рядов тюков прессованной соломы с прокладкой между ними полиэтиленовой пленки.

Для подачи воздуха в бурты служат два центробежных вентилятора марки Ц4-70 № 10, смонтированные в вентиляционной камере размером $4,5 \times 8$ м. Воздух вентиляторами подается в магистральные подземные кирпичные каналы, на поверхность земли выходят распределительные колодцы каналов с регулирующими клапанами, к которым при загрузке площадки подводят воздухораздающие решетчатые трехгранные короба, по последним подают воздух в бурты. В каждом бурте вдоль его оси устанавливают по два ряда раздающих коробов. После загрузки картофеля поверх насыпи укладывают трехгранный вытяжной короб, на котором по торцам бурта устанавливают вытяжные шахты. Вентилируют картофель в буртах наружным воздухом. Для предотвращения подмораживания и перегрева картофеля работа вентиляторов контролируется терморегуляторами, которые выключают приточные установки при отклонении температуры подаваемого воздуха от заданных значений. Температуру картофеля контролируют буртовыми термометрами или дистанционными электротермометрами, что позволяет принять необходимые меры при ее отклонении от нормы.

Весной после разгрузки буртовой площадки всю территорию планируют, перепахивают и засевают однолетними травами, а осенью растительный слой снимают, отбивают контуры буртов бермами и после дезинфекции и установки раздающих коробов загружают. Таким образом, достигается полное обеззараживание участка.

Стоимость площадки около 8 тыс. руб., или 10 руб. на 1 т вместимости, что в 10—15 раз меньше затрат на капитальные хранилища. По трудоемкости эксплуатации площадка занимает промежуточное положение между обычными полевыми буртами и постоянными хранилищами. По материалам Всесоюзной сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева институт «Гипронисельпром» разработал типовой проект № 813-43/72 постоянной буртовой площадки для хранения 250 т капусты. На площадке расположены восемь буртов размером $3,4 \times 27,9$ м, помещение для двух вентиляторов Ц4-70 № 8. Воздух подают по системе магистральных подземных каналов в подпольное пространство буртов, перекрытое полом из горбылей, уложенных с прозорами.

Бурты имеют постоянное укрытие, которое поддерживается стропилами, установленными по деревянным стойкам с шагом 1,5 м. По стропилам укладывают горбыль толщиной 40 мм, по нему слой толи, а затем утеплитель (торф, опилки и т. п.) и слой растительного грунта толщиной 100 мм.

В покрытии каждого бурта для загрузки и выгрузки капусты сделано по четыре люка. Подачу капусты в бурты ведут с помощью ленточных транспортеров, а укладку кочанов в штабеля производят вручную. После загрузки люки закрывают и утепляют.

Для снижения стоимости площадки целесообразно перейти на сборно-разборное покрытие из тюков прессованной соломы с прокладкой полиэтиленовой пленки. Слишком дорого устройство в буртах полов, нужный эффект вентилирования может быть получен с помощью решетчатых поперечных воздухораздающих каналов.

Предлагаемые мероприятия позволяют не только снизить стоимость, но и уменьшат затраты труда на эксплуатацию площадок.

Для хранения картофеля, моркови, свеклы, капусты в ГДР применяют крупноразмерные бурты с активным вентилированием. Размеры буртов (без укрытия) $6,5 \times 35$ м, высота 3 м, в них размещают до 250—300 т картофеля, корнеплодов, до 200 т капусты.

Площадку под бурт размером 10×40 м планируют и на ней устанавливают вентиляционный треугольный канал из решетчатых деревянных щитов размером 1300×1200 мм, ширина канала у основания 1000 мм. Один торец канала выпускают наружу, к нему подсоединяют осевой вентилятор с крыльчаткой диаметром 900 мм. Вентилятор подает в бурт 20—25 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ воздуха при давлении 160—230 Па. Размещают его в деревянном ящике размером $1000 \times 1150 \times 630$ мм.

Переднюю и заднюю стенки бурта изготавливают из деревянных брусков, образующих каркас, заполняемый двумя-тремя рядами прессованной соломы с проложенной между ними полиэтиленовой пленкой. После загрузки продукции на насыпь укладывают ряд соломенных тюков, которые накрывают слоем полиэтиленовой пленки, сверху укрытия на участке шириной 2 м пленку не кладут. Затем укладывают второй ряд соломенных тюков, который сверху укрывают полотнищем пленки шириной 3 м. Это полотнище прижимают третьим рядом тюков. Укрытие обеспечивает выход вентиляционного воздуха из бурта, защищает продукцию от ветра и увлажнения атмосферными осадками.

Бурты загружают и укрывают быстро — за 1—2 суток. После этого в течение 2—6 суток проводят сушку продукции. Вентилируют бурты только днем, лечебный период при хранении картофеля проводят за 10 дней, охлаждают продукцию 12—20 суток. При хранении картофеля в буртах поддерживают температуру $+2\text{--}4^\circ\text{C}$, а овощей $0\text{--}2^\circ\text{C}$. Бурты такого типа дешевы и обеспечивают надежное хранение картофеля и овощей.

Используют в ГДР и еще большие бурты, которые вмещают до 600 т картофеля. В таких буртах две вентиляционные установки. Система активного вентилирования устроена так, что в массу картофеля можно подавать смесь наружного и внутреннего воздуха или только наружный воздух.

Для сохранения больших партий картофеля, овощей и фруктов в свежем виде при оптимальных для них условиях применяют два основных способа хранения: 1) полевой — в буртах и траншеях, т.е. в наиболее просто устроенных приспособлениях с использованием грунта в качестве основной изотермической и гидроизоляционной среды., такое хранение называют времененным; 2) стационарный — в специально построенных или приспособленных для этого стационарных хранилищах.

Буртами называют валообразные кучи картофеля или овощей, уложенные на грунте (на поверхности земли или в неглубоком длинном котловане) и укрытые каким

либо термо- и гидроизоляционными материалами. Траншеи – канавы, вырытые в грунте, в которые засыпают картофель и овощи. Траншеи так же укрывают.

При правильной закладке картофеля и многих овощей в бурты и траншеи и надлежащем уходе за ними хранение будет вполне успешным.

Сохранность продуктов при таких способах основана на физических свойствах грунта и физиологических процессах, протекающих в насыпи клубней, корнеплодов и других объектов.

Вследствие плохой теплопроводности грунта и в известной степени его изотермические свойств, а также тепло- и газообмена в хранящихся продуктах в бурте и траншее может быть создан стационарный режим хранения, приближающийся к оптимуму как по температуре, влажности воздуха, так и по составу газовой среды.

Для буртов и траншей выбирают защищенные от холодных ветров участки с уровнем грунтовых вод не ближе 2 м от дна вырытого котлована. Бурты и траншеи размещают обычно попарно так, чтобы около них не застаивались осенние и весенние воды: на расстоянии 0,5 м от укрытий вырывают водоотводные канавки. Между буртами и траншеями оставляют проходы шириной 4 – 5 м и проезды 7 – 8 м, площадки для хранения в буртах и траншеях должны быть удобно расположены по отношению к местам продуктов и связаны с дорогами.

Размеры потерь и успех хранения картофеля и овощей в буртах и траншеях во многом зависит от правильного их укрытия. Бурты и траншеи укрывают различными тепло- и гидроизоляционными материалами, главным образом соломой с чередованием в 2-4 слоя. Уложенные в траншеею продукты должны быть укрыты в тот же день небольшим слоем земли, насыпаемым выше уровня траншеи в виде бугорка с захватом краев на 1 – 1,5 м, чтобы затекала вода.

Бурты и траншеи окончательно укрывают когда температура в них понизится на 3 – 4 С°, в средней зоне обычно в конце октября – начале ноября. Еще до морозов вокруг буртов и траншей раскладывают солому, чтобы до окончательного укрытия бурта земля не промерзла. При завершение укрытия слой земли увеличивают до нормы.

Бурты и траншеи оборудуют различными системами вентиляции – гребневой, трубной, приточно-вытяжной или активной. Наиболее простая приточно-гребневая вентиляция. Холодный воздух поступает через нижний горизонтальный канал сечением 0,25x0,20 перекрытый сверху деревянными решетками или жердями. Канал выводят за пределы укрытия, но так чтобы через него не затекала дождевая вода в бурт.

Во время ухода за буртами и траншеями наблюдают за температурой и состоянием укрытия. Буртовые термометры устанавливают во время загрузки бурта: один с северной торцовой стороны, на 0,1 м от основания, а второй в средней части бурта по его гребню, заглубляя на 0,3 м. В траншее устанавливают один термометр в средней ее части, заглубляя в продукцию на 0,3 м.

3.4 Наименование вопроса №4 *Стационарные хранилища*

Стационарные хранилища сооружают из дерева, камня, кирпича, или сборных железобетонных конструкций. Емкость хранилища от 500 – 1000 до 10000 т и более. Ставят их по типовым проектам. Большинство хранилищ одноэтажные прямоугольные. Они делятся на наземные и погруженные в грунт.

Наземные хранилища сооружают в районах с высоким стоянием грунтовых вод и районах вечной мерзлоты. Хранилища наземного типа наиболее удобны при завозе продукции в таре прямо в хранилища и при механизации разгрузочно-погрузочных работ. Они нуждаются в системе отопления и искусственного охлаждения. Легче поддерживать температуру в заглубленных хранилищах.

Хранилища должны быть достаточно гидроизолированы, а крыша и чердачные перекрытия теплоизолированы. Попадание капель-жидкой влаги на хранимые объекты способствует их порче вследствие активного развития микроорганизмов. Большая часть хранилищ не имеет окон, т.к. дневной свет ускоряет прорастание овощей и перезревание

плодов. Все хранилища должны быть оснащены термометрами или термографами и приборами для определения влажности воздуха.

Картофель и овощи размещают в хранилищах насыпью или в таре. Фрукты и ягоды хранят в ящиках и решетках. Решетки увязывают в паки. Ягоды хранят так же в лотках и корзинах.

Важнейшее условие успешного хранения картофеля, овощей и плодов – устройство в хранилищах вентиляции. Своевременный и достаточный обмен воздуха позволяет создать оптимальные режимы хранения как по температуре, так и по относительной влажности воздуха. При этом может быть исключено образование на хранящихся объектах и элементах конструкции хранилища конденсационной влаги. Хорошая вентиляция позволяет также предупреждать подмораживание продуктов или быстро снижать температуру в хранилище.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1 Лабораторная работа №1-2 (4 часа)

Тема; «Определение несущей нагрузки на стены зернохранилища»

2.1. 1 Цель: научиться определять несущую нагрузку на стены зернохранилища

2.1.2 Задачи работы: рассчитать давление на стены зернохранилища

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор

2.1.4 Описание (ход) работы:

Определение давления зерна. Равномерно распределенное по периметру нормативное горизонтальное давление сыпучих материалов P_h^n на стены силосов на глубине z от верха засыпки определяется по формуле:

$$P_h^n = \frac{Y\rho}{f} (1 - e^{-\lambda f z / \rho}) \quad (1)$$

где r - гидравлический радиус поперечного сечения силоса, определяемый по

$$\rho = \frac{A}{U};$$

A , U - площадь и периметр поперечного сечения силоса;

l - коэффициент бокового давления сыпучего материала, определяемый по формуле $l = tg^2(45^\circ - \phi/2)$, для зерна допускается принимать $l = 0,44$;

e - основание натурального логарифма.

Значения g , j и f даны в табл.2 (1), а $A_1 = (1 - e^{-44/0,332})$ - в табл.3

Кольцевое нормативное давление сыпучего материала P_h^n , равномерно распределенного по всему периметру круглого силоса на части высоты силоса, определяется по формуле 5:

$$P_M^n = a_1 P_h^n, \quad (2)$$

где $a_1 = 0,332$ - коэффициент местного повышения давления, принимается по табл. 1 (при $h/d = 11,84/18 = 0,66$).

Таблица 1- Коэффициент местного повышения давления

| Коэффициент | Отношение высоты силоса h к его диаметру d | | | | | | |
|-------------|--|------|------|------|----------|----------|----------|
| | 10 | 5 | 2,5 | 1,67 | 1,25 | 0,83 | 0,625 |
| $a1$ | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 0,9 | 0 ,70 | 0 ,50 | 0 ,30 |
| $a2$ | 1,25 | 1,00 | 0,50 | 0,25 | 0 ,12 | 0 ,06 | 0 ,03 |

Примечание. h - высота от верха силоса до верха воронки или забутки (см. рис. 1).

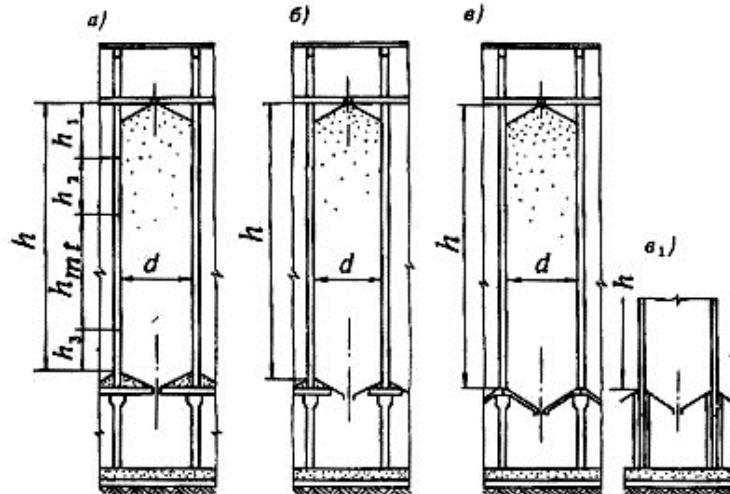


Рис. 1 - Разрезы силосов

Горизонтальное давление сыпучих материалов на стены стальных круглых силосов, не усиленных ребрами, допускается принимать равномерно распределенным по периметру и равным сумме давлений, определенных по формулам 2 и 3.

Примечание. Для силосов большого диаметра и малой высоты глубину z допускается принимать от уровня центра тяжести верхнего конуса засыпки (для круглых силосов - ниже вершины конуса на 2/3 его высоты).

Таблица 2 - Основные характеристики сыпучих материалов

| Сыпучие материалы | Удельный вес g , кН/м ³ (кгс/м ³) | Угол естественного откоса (угол внутреннего трения) j , град | Коэффициент трения f | |
|--|--|--|------------------------|------------|
| | | | по бетону | по металлу |
| Зерно злаковых, кукуруза в зерне и т. д., бобовые семена, крупа, зерновое сырье комбикормовых заводов, гранулированные комбикорма и отруби | 8 (800) | 25 | 0,4 | 0,4 |
| Комбикорма всех видов (кроме гранулированных), семена подсолнечника и трав | 5,5 (550) | 40 | 0,4 | 0,4 |
| Кукуруза в початках | 4,5 (450) | 30 | 0,4 | 0,4 |
| Мука (пшеничная, ржаная и др.) и мучнистые продукты при высоте силоса, м: | | | | |

| | | | | |
|--|-----------|----|-----|-----|
| до 15 | 6,5 (650) | 25 | 0,6 | 0,5 |
| св. 15 | 7 (700) | 40 | 0,3 | 0,3 |
| Отруби (кроме гранулированных) при высоте силоса, м: | | | | |
| до 15 | 4 (400) | 35 | 0,7 | 0,6 |
| св. 15 | 4,5 (450) | 40 | 0,3 | 0,3 |

Кольцевое горизонтальное давление сыпучих материалов на стены круглых силосов принимается равномерно распределенным по всему периметру стен с высотой зоны кольцевой нагрузки, равной 1/4 диаметра силоса. Зона может занимать любое положение по высоте. Нормативное значение кольцевого горизонтального давления p определяется по формуле

$$P_{\text{kl}}^n = a_1 P_k^n, \quad (3)$$

где a_1 - коэффициент местного повышения давления, принимается согласно следующим требованиям: численные значения коэффициентов a_1 и a_2 в формулах 7 и 8 должны приниматься согласно табл. 1.

Таблица 3 - Значение коэффициента $A_1 = (1 - e^{-\frac{x_1}{lfz/r}})$ при $x_1 = lfz/r$

| xi | A_1 | xi | A_1 | xi | A_1 | xi | A_1 |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 0,0 | 0,010 | 0,26 | 0,229 | 0,51 | 0,399 | 0,76 | 0,532 |
| 0,02 | 0,020 | 0,27 | 0,237 | 0,52 | 0,405 | 0,77 | 0,537 |
| 0,03 | 0,030 | 0,28 | 0,244 | 0,53 | 0,411 | 0,78 | 0,542 |
| 0,04 | 0,039 | 0,29 | 0,252 | 0,54 | 0,417 | 0,79 | 0,546 |
| 0,05 | 0,049 | 0,30 | 0,259 | 0,55 | 0,423 | 0,80 | 0,551 |
| 0,06 | 0,058 | 0,31 | 0,267 | 0,56 | 0,429 | 0,81 | 0,555 |
| 0,07 | 0,068 | 0,32 | 0,274 | 0,57 | 0,434 | 0,82 | 0,559 |
| 0,08 | 0,077 | 0,33 | 0,281 | 0,58 | 0,440 | 0,83 | 0,564 |
| 0,09 | 0,086 | 0,34 | 0,288 | 0,59 | 0,446 | 0,84 | 0,568 |
| 0,10 | 0,095 | 0,35 | 0,295 | 0,60 | 0,451 | 0,85 | 0,573 |
| 0,11 | 0,104 | 0,36 | 0,302 | 0,61 | 0,457 | 0,86 | 0,577 |
| 0,12 | 0,113 | 0,37 | 0,309 | 0,62 | 0,462 | 0,87 | 0,581 |
| 0,13 | 0,122 | 0,38 | 0,316 | 0,63 | 0,467 | 0,88 | 0,585 |
| 0,14 | 0,131 | 0,39 | 0,323 | 0,64 | 0,473 | 0,89 | 0,589 |
| 0,15 | 0,139 | 0,40 | 0,330 | 0,65 | 0,478 | 0,90 | 0,593 |
| 0,16 | 0,148 | 0,41 | 0,336 | 0,66 | 0,483 | 0,91 | 0,597 |
| 0,17 | 0,156 | 0,42 | 0,343 | 0,67 | 0,488 | 0,92 | 0,601 |
| 0,18 | 0,165 | 0,43 | 0,349 | 0,68 | 0,493 | 0,93 | 0,605 |
| 0,19 | 0,173 | 0,44 | 0,356 | 0,69 | 0,498 | 0,94 | 0,609 |
| 0,20 | 0,181 | 0,45 | 0,362 | 0,70 | 0,503 | 0,95 | 0,613 |
| 0,21 | 0,189 | 0,46 | 0,369 | 0,71 | 0,508 | 0,96 | 0,617 |
| 0,22 | 0,197 | 0,47 | 0,375 | 0,72 | 0,513 | 0,97 | 0,621 |
| 0,23 | 0,205 | 0,48 | 0,381 | 0,73 | 0,518 | 0,98 | 0,625 |
| 0,24 | 0,213 | 0,49 | 0,387 | 0,74 | 0,523 | 0,99 | 0,628 |
| 0,25 | 0,221 | 0,50 | 0,393 | 0,75 | 0,528 | 1,00 | 0,632 |
| 1,02 | 0,639 | 1,52 | 0,781 | 2,05 | 0,871 | 3,60 | 0,973 |
| 1,04 | 0,647 | 1,54 | 0,786 | 2,10 | 0,878 | 3,70 | 0,975 |
| 1,06 | 0,654 | 1,56 | 0,790 | 2,15 | 0,884 | 3,80 | 0,978 |
| 1,08 | 0,660 | 1,58 | 0,794 | 2,20 | 0,889 | 3,90 | 0,980 |
| 1,10 | 0,667 | 1,60 | 0,798 | 2,25 | 0,895 | 4,00 | 0,982 |
| 1,12 | 0,674 | 1,62 | 0,802 | 2,30 | 0,900 | 4,20 | 0,985 |
| 1,14 | 0,680 | 1,64 | 0,806 | 2,35 | 0,905 | 440 | 0,988 |

| | | | | | | | |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 1,16 | 0,687 | 1,66 | 0,810 | 2,40 | 0,909 | 4,60 | 0,990 |
| 1,18 | 0,693 | 1,68 | 0,814 | 2,45 | 0,914 | 4,80 | 0,992 |
| 1,20 | 0,699 | 1,70 | 0,817 | 2,50 | 0,918 | 4,90 | 0,993 |
| 1,22 | 0,705 | 1,72 | 0,821 | 2,55 | 0,922 | 5,00 | 0,993 |
| 1,24 | 0,711 | 1,74 | 0,824 | 2,60 | 0,926 | 6,00 | 0,998 |
| 1,26 | 0,716 | 1,76 | 0,828 | 2,65 | 0,929 | 7,00 | 0,999 |
| 1,28 | 0,722 | 1,78 | 0,831 | 2,70 | 0,933 | 8,00 | 1,00 |
| 1,30 | 0,727 | 1,80 | 0,835 | 2,75 | 0,936 | | |
| 1,32 | 0,733 | 1,82 | 0,838 | 2,80 | 0,939 | | |
| 1,34 | 0,738 | 1,84 | 0,841 | 2,85 | 0,942 | | |
| 1,36 | 0,743 | 1,86 | 0,844 | 2,90 | 0,945 | | |
| 1,38 | 0,748 | 1,88 | 0,847 | 2,95 | 0,948 | | |
| 1,40 | 0,753 | 1,90 | 0,850 | 3,00 | 0,950 | | |
| 1,42 | 0,758 | 1,92 | 0,853 | 3,10 | 0,955 | | |
| 1,44 | 0,763 | 1,94 | 0,856 | 3,20 | 0,959 | | |
| 1,46 | 0,768 | 1,96 | 0,859 | 3,30 | 0,963 | | |
| 1,48 | 0,772 | 1,98 | 0,862 | 3,40 | 0,967 | | |
| 1,50 | 0,777 | 2,00 | 0,865 | 3,50 | 0,970 | | |

Локальное горизонтальное давление на стены круглых силосов принимается распределенным по двум площадкам, расположенным с двух диаметрально

противоположных сторон силоса. Размер площадок устанавливается равным $\frac{\pi d}{12} \cdot \frac{\pi d}{12}$, (d - внутренний диаметр силоса). Площадки могут занимать любое положение по высоте и периметру.

Нормативное значение локального горизонтального давления P_{h2}^n определяется по формуле:

$$P_{h2}^n = a_2 P_h^n, \quad (4)$$

где a_2 - коэффициент местного повышения давления, принимаемый согласно требованиям, приведенным выше.

Кроме локального повышения давления следует учитывать возможность появления локального понижения давления, значение которого допускается принимать по формуле (4) с коэффициентом, равным 0,5.

При этом разгрузка должна производиться через центральный выпуск.

$$\sum p^n = p_h^n + a_1 P_{h1}^n = 1,332 \cdot 34,2 = 45,5 \text{ МПа (4,55 тс/м}^2\text{)} \quad (5)$$

Возникающее при изменении температуры наружного воздуха дополнительное нормативное горизонтальное давление сыпучего материала на стены силоса допускается определять как равномерно распределенное по периметру по формуле (8).

$$P_{h1}^n = \frac{k_i \alpha_i T_1 E_m}{\frac{d}{2} \frac{E_m}{E_e} + (1 - v)} = \frac{2,5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 16 \cdot 2,98 \cdot 10^4}{\frac{18}{2 \cdot 0,004} \cdot \frac{2,98}{21000} + (1 - 0,4)} = 15,6 \text{ кПа (1,56 тс/м}^2\text{)}, \quad (6)$$

где $T_1 = 16$ °С – суточная амплитуда температур наружного воздуха, принимается согласно требованиям СниП;

$k_t = 2,5$, $a_t = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 10^{-5}$ – коэффициенты температурной деформации стали; E_m – определяется по формуле

$$E_m = 250(p_{st}^n)^{0,63} = 250(0,0342)^{0,63} = 29,8 \text{ Мпа (298 кгс/см}^2\text{)}; \quad (7)$$

t – толщина стенки силоса, равная 4 мм;

ν – начальный коэффициент поперечной деформации зерна, равный 0,4;

$E_c = 2,1 \times 10^5 \text{ Мпа (2,1} \times 10^6 \text{ кгс/см}^2\text{)}$ – модуль упругости стали.

Температурные воздействия от суточного изменения температуры наружного воздуха и перепада температуры по толщине стен допускается заменять дополнительным горизонтальным давлением сыпучего материала на наружные стены блокированных или отдельно стоящих силосов, считая его равномерно распределенным по периметру и высоте. Нормативное значение этого давления p_{st}^n определяется по формуле

$$p_{st}^n = \frac{k_t \alpha_t T_1 E_m}{\frac{d}{2} \cdot \frac{E_m}{E_c} + (1 - \nu)}, \quad (8)$$

где T_1 – суточная амплитуда температуры наружного воздуха, принимаемая равной 2q1, где q1 определяется по СниП 2.01.07-85;

E_m – модуль деформации сжатия сыпучего материала; для зерновых силосов значение E_m допускается принимать по формуле

$$E_m = 250 (p_{st}^n)^{0,63} \text{ Мпа [586 (p}_{st}^n)^{0,63} \text{ кгс/см}^2\text{]}; \quad (9)$$

E_c – модуль упругости материала стен силосов; для железобетонных стен с учетом трещин допускается принимать по формуле

$E_c = 10 000 \text{ МПа (100 000 кгс/см}^2\text{)}$;

k_t – коэффициент, принимаемый равным:

2,5 – для стальных,

2 – для монолитных железобетонных стен силосов,

1 – для сборных железобетонных стен;

α_t – коэффициент линейной температурной деформации материала стен;

d – внутренний диаметр силоса;

t – толщина стен;

ν – начальный коэффициент поперечных деформаций (коэффициент Пуассона), принимаемый для зерновых продуктов равным 0,4.

Допускается давление p_{st}^n определять по формуле

$$p_{st}^n = k_{t1} p_{st}^A, \quad (10)$$

где k_{t1} – коэффициент, принимаемый равным: 0,4 – для стальных стен силосов; 0,2 – для монолитных железобетонных; 0,15 – для сборных железобетонных при толщине стен менее 15 см и 0,1 – при толщине 15 см и более.

Значение p_{st}^A принимается по формуле 6 в нижней зоне силоса. При определении p_{st}^A по формуле 8 и 10 добавочные усилия от усадки бетона и неравномерного нагрева солнцем не учитываются.

Примечание. Для квадратных силосов в формуле 12 вместо d следует принимать l – расстояние в свету между противоположными стенами.

2.2. Лабораторная работа №3 (2 часа)

Тема: «Изучение конструктивных схем и основных элементов норий»

2.2.1 Цель: изучить основные конструктивные элементы и принцип действия ленточной ковшовой нории

2.2.2 Задачи работы: определить тип ковшей и рассчитать производительность нории

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе: ленточная ковшовая нория, лента с ковшами

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. Изучить устройство тягового и рабочего органов нории, определить тип ковшей.

2. **Производительность нории** определяется по формуле:

$$Q = z_k * i * v_l * \psi * \gamma, \text{ кг/с} \quad (1)$$

или

$$Q = 3,6 * z_k * i * v_l * \psi * \gamma, \text{ т/ч} \quad (2)$$

где z_k – число ковшей на 1м ленты;

i – вместимость ковша, дм^3 (табл. 1);

v_l – скорость ленты, м/с (табл.2);

ψ – коэффициент использования вместимости ковшей: при подаче продукта против направления движения ленты $\psi = 0,85-0,95$, по направлению движения $\psi = 0,75-0,9$;

γ – объемная масса перемещаемого продукта, т/м^3 (табл.3).

Число ковшей на 1м ленты находят по формуле:

$$z_k = 1000/t, \quad (3)$$

где t – шаг ковшей, мм .

Значение величины z_k может быть и дробным.

Используя формулу 2, можно определить скорость ленты:

$$v_l = Q / 3,6 * z_k * i * \psi * \gamma, \quad (4)$$

Таблица 1 – Типоразмеры ковшей

| Параметры ковшей | Тип ковша при ширине ленты $B_l, \text{мм}$ | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|----------|------|
| | 125 | 150 | 175 | 125 | 150 | 175 | 200 | 300 | 450 | 600 | 800 | 1100 |
| | I | | | II | | | III | | | | | |
| Ширина, $B_k, \text{мм}$ | 100 | 125 | 150 | 100 | 125 | 150 | 160 | 260 | 390 | 260* | 360* | 500* |
| Вылет, $b_k, \text{мм}$ | 90 | 125 | 125 | 90 | 125 | 125 | 125 | 150 | 175 | 175 | 185 | 190 |
| Высота, $H_k, \text{мм}$ | 132 | 175 | 175 | 105 | 150 | 150 | 150 | 160 | 185 | 185 | 200 | 215 |
| Высота, $h_1, \text{мм}$ | 42 | 50 | 50 | 50 | 75 | 75 | 75 | 100 | 115 | 115 | 135 | 140 |
| Высота, $h_2, \text{мм}$ | 60 | 85 | 85 | 28 | 40 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 | 65 | 70 |
| r - радиус закругления дна, мм | 35 | 53 | 53 | 30 | 40 | 40 | 40 | 45 | 45 | 55 | 55 | 50 |
| С-расстояние между центрами отверстий, мм | 60 | 80 | 90 | 60 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| S-толщина стенки ковша, мм | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 25,0 | 2,0 |
| Диаметр отверстий под болт, мм | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Вместимость ковша, дм^3 | 0,5 4 | 1,4 3 | 1,5 7 | 0,4 7 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | 3,6 | 7,6 | - | 8,3 | - |
| Масса ковша, кг | 0,3 8 | 0,7 4 | 0,7 6 | 0,3 2 | 0,7 4 | 0,7 5 | 1,4 3 | 1,8 6 | 3,3 6 | - | 3,7 6 | - |

Таблица 2 - Технические характеристики норий

| Параметры | Тип нории | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | I | | | II | | | | | |
| Производительность, т/ч | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 75 | 50 | 50 | 500 |
| Предельная высота нории Н, м | 45 | 45 | 45 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Диаметр барабана, D _{бар} , мм: головки башмака | 300 | 400 | 500 | 630 | 750 | 1160 | 1320 | 1600 | 2000 |
| Ширина ленты, B _л , мм | 125 | 150 | 175 | 200 | 300 | 450 | 600 | 800 | 1100 |
| Скорость ленты, v, м/с | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 3,2 | 3,6 |
| Шаг ковшей t, мм | 210 | 260 | 260 | 160 | 180 | 210 | 210 | 320 | 320 |
| Размер поперечного сечения труб, мм | 197x 197 | 197x 197 | 232x 232 | 275x 275 | 373x 257 | 597x 377 | 750x 377 | 950x 400 | 1200x 546 |

Таблица 3 - Объемная масса перемещаемого продукта

| Продукт | γ, т/м ³ | Продукт | γ, т/м ³ |
|-------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Пшеница, рожь | 0,75 | Овес, семена подсолнечника | 0,45-0,55 |
| Кукуруза: в зерне | 0,70 | Мука | 0,5 |
| в початках | 0,45 | Отруби | 0,3 |
| Легкие отходы | 0,2-0,3 | | |

3. *Расчет ленты на прочность.* Необходимое число прокладок определяют по формуле :

$$Z_{л} = \frac{S_{max}}{B_{л} * R_{доп}}, \quad (5)$$

Где S_{max}- максимальное натяжение ленты, Н;

B_л – ширина ленты, см;

R_{доп}- допускаемая рабочая нагрузка на 1 см ширины одной прокладки ленты, Н/см.

Для наиболее распространенных резинотканевых лент R_{доп} =50-70 Н/см, а максимальное натяжение ленты (Н):

$$S_{max}=r*P, \quad (6)$$

где r- коэффициент, учитывающий состояние поверхности приводного барабана и угол обхвата лентой этого барабана (угол обхвата лентой приводного барабана 180°, поэтому для чугунных барабанов r=1,84, если барабан обшият, r=1,5);

P- окружное усилие, Н

Полученное расчетное значение Z_л округляют до ближайшего большего целого числа.

Окружное усилие (Н) будет равно:

$$P=1000*N_h/v_{л}, \quad (7)$$

Силу тяжести (вес) 1м ленты приближенно можно определить по формуле, (Н/м):

$$q_{л}=10,8* B_{л}*(1,25* Z_{л}+\delta_1+\delta_2), \quad (8)$$

где 1,25- ориентировочная толщина одной прокладки,мм;
 δ_1 и δ_2 – толщина резинового слоя на рабочей и нерабочей сторонах, мм.

Толщина ленты (мм):

$$\delta = 1,25 * Z_{\pi} + \delta_1 + \delta_2, \quad (9)$$

Для норм принимают ленты без обкладок, т.е. $\delta_1=0$ и $\delta_2=0$.

При расчетах следует учесть, что промышленность не выпускает ленты с числом прокладок менее трех.

2.3 Лабораторная работа №4 (2 часа)

Тема : «Изучение устройства и принципа действия винтовых конвейеров»

2.3.1 Цель: изучить основные конструктивные элементы и принцип действия винтовых конвейеров

2.3.2 Задачи работы: определить производительность и мощность двигателя винтового конвейера

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе::
винтовой конвейер

2.3.4 Описание (ход) работы:

1. Изучить устройство и принцип действия шнека.
2. Рассчитать производительность. Производительность винтового конвейера (Q - в т/ч) рассчитывают по формуле:

$$Q = 60 * \frac{\pi * D^2}{4} * K * S * n * \varphi * \gamma, \quad (1)$$

где D - наружный диаметра винта, м;

K – коэффициент, учитывающий угол наклона конвейера к горизонту (при $\alpha=0, 15, 30, 45, 60^0$ коэффициент K соответственно равен 1,0; 0,9; 0,7; 0,6; 0,5);

S - шаг винта, м, $S=(0,8\dots1)*D$;

n - частоты вращения (об/мин) винта;

φ - коэффициента заполнения желоба (для зерна $\varphi=0,4-0,5$, для муки, мучных продуктов и легких отходов $\varphi=0,3-0,4$);
 γ - объемная масса продукта, т/м³.

Для транспортирования сыпучего, мелкокускового и пылевидного продукта предусмотрены винтовые конвейеры диаметром 100, 125, 160, 200, 320, 400, 500, 650, 800мм и угол наклона до 20^0 .

Диаметр D винта конвейера при объемной массе продукта $\gamma=0,75$ т/м³ можно принимать по таблице 1.

Таблица 1 -Диаметр винта конвейера

| Q , т/ч | 1-3 | 3-7 | 7-12 | 12-30 | 30-50 | 50-70 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| D , мм | 100-125 | 125-160 | 160-200 | 200-250 | 250-320 | 320-400 |

Если объемная масса не равна 0,75 т/м³, то диаметр винта по таблице 1 подбирают не по заданной производительности, а по расчетной:

$$Q_{\text{расч}} = Q * \frac{0,75}{\gamma}. \quad (2)$$

Если производительность задана из формулы 1 можно определить необходимую частоту вращения винта, чтобы обеспечивалась заданная производительность по формуле:

$$n = \frac{Q}{47 * K * S * \varphi * \gamma * D^2}. \quad (3)$$

Однако частота вращения не должна превышать максимально допустимую для принятого диаметра винта, которую определяют по формуле:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}}, \quad (4)$$

где $A=40-80$ (меньшее значение для отходов, отрубей и мучнистых продуктов, большее для зерна);

D - диаметр винта, м.

Если $n > n_{\max}$, следует принимать винт большего диаметра. Диаметр вала рекомендуется принимать по формуле:

$$d = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{7}\right) D. \quad (5)$$

2.4. Лабораторная работа №5 (2 часа)

Тема «Изучение основных элементов и принципа действия гравитационного транспорта»

2.4.1 Цель: изучить основные конструктивные элементы и принцип действия гравитационного транспорта

2.4.2 Задачи работы: определить пропускную способность гравитационного транспорта

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе: гравитационный транспорт круглого сечения

2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Изучить устройство гравитационного транспорта и определить диаметр трубопровода.

3. Рассчитать производительность трубопровода и скорость движения зерна. Результаты занести в таблицу 3.

Скорость движения продукта по трубопроводу в конце участка определяют по формуле:

$$v_s = \sqrt{2gS(\sin\alpha - f \cos\alpha)}, \quad (1)$$

где S -участок пути, м;

α - угол наклона трубопровода к горизонту, град;

Формула (1) справедлива для всех значений углов α от 0 до 90°. При $\alpha=90^\circ$ (плоскость вертикальна) $\sin\alpha=1$, а $\cos\alpha=0$. В этом случае получим скорость $v_s = \sqrt{2gS}$, т.е. известную формулу скорости для свободного падения тела. Если $\alpha=0^\circ$ (плоскость горизонтальна), $\sin\alpha=0$, а $\cos\alpha=1$, получим квадратный корень из отрицательного значения (мнимое число), т.е. движение невозможно.

При проектировании учитывают минимальный угол наклона, который принимают для зерна 36° (для влажного – 45°), для муки- 70°, отходов -60°, пыли -70°, отрубей -50° и крупы -45°.

Если тело в начале участка имело уже скорость v_0 , то

$$v_s' = v_0 + \sqrt{2gS(\sin\alpha - f\cos\alpha)} \quad (2)$$

Практическая скорость движения тела несколько меньше из-за сопротивления воздуха. При движении продукта в трубопроводе он вытесняет воздух, создавая разряжение, на поддержание которого расходуется часть энергии. Поэтому скорость продукта в конце участка S будет равна

$$v_{np} = c v_s, \quad (3)$$

где c - коэффициент, учитывающий торможение продукта в трубопроводах, $c=0,65$.

Если трубопровод имеет угол наклона к горизонту α_0 и перегиб с переходом на угол α_1 , то в зависимости от изменения угла наклона ($\alpha_1 - \alpha_0$) падает скорость продукта (табл.1).

Таблица 1 –Коэффициент падения скорости при изменении угла наклона трубопровода

| | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\alpha_1 - \alpha_0$, град | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Коэффициент падения скорости | 0,03 | 0,07 | 0,15 | 0,25 | 0,37 | 0,55 | 0,70 |

Производительность трубопровода определяют по формуле:

$$Q = F v_0 \Phi Y, \text{ кг/с или } Q = 3,6 F v_0 \varphi \gamma, \text{ т/ч} \quad (4)$$

где F - поперечное сечение трубопровода, м^2 ;

v_0 - скорость продукта, м/с , подсчитанная для начального сечения трубопровода;

φ - коэффициент заполнения трубопровода (для зерна φ – для муки и отходов $\varphi=0,2-0,25$);

γ - объемная масса продукта, кг/м^3 .

По формуле 4 можно определить необходимое поперечное сечение трубопровода для заданной производительности:

$$F = \frac{Q}{v_0 \Phi Y}, \quad (5)$$

Если известна производительность трубопровода, его диаметр можно определить по таблице 2.

Таблица 2 –Диаметр и площадь поперечного сечения трубопровода

| Диаметр трубы, мм | Площадь поперечного сечения, м^2 | Пропускная способность, т/ч |
|-------------------|---|-----------------------------|
| 140 | 0,015 | До 50 |
| 220 | 0,038 | 50-75 |
| 300 | 0,072 | 100-175 |
| 380 | 0,113 | 175-350 |
| 450 | 0,150 | 500-700 |

Таблица 3- Анализ работы гравитационного транспорта

| Диаметр трубопровода, мм | Площадь поперечного сечения, м^2 | Скорость движения зерна, м/с | Угол наклона трубопровода, град | Производительность трубопровода | |
|--------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|
| | | | | т/ч | кг/с |
| | | | | | |

2.5 Лабораторная работа №6 (2 часа)

Тема: «Определение возможности и целесообразности применения активного вентилирования при хранении зерна и семян»

2.1.1 Цель работы: познакомиться с приемами активного вентилирования, типами установок, условиями и режимами активного вентилирования

2.1.2 Задачи работы: определить целесообразность проведения активного вентилирования

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. психрометр Августа,
2. психрометр Ассмана,
3. номограмма ВНИИЗ

2.1.4 Описание (ход) работы:

Определение возможности вентилирования. Задача сводится к нахождению той равновесной влажности, которая устанавливается в зерне при продувании атмосферным воздухом. Если влажность зерна до вентилирования выше равновесной, то зерно отдаст часть влаги воздуху и подсушится, если ниже, то зерно поглотит влагу из воздуха и увлажняется. Вентилирование возможно, если зерно не ухудшит своего состояния.

Возможность проведения вентилирования определяется по следующим основным данным: температуре зерновой массы и наружного воздуха. Вентилирование целесообразно проводить только в тех случаях, когда сочетание этих факторов обеспечивает охлаждение и подсыхание зерна или охлаждение его без низкой влажности.

Влажность зерна до вентилирования определяется стандартным методом, температура по слоям при помощи термоштанг или дистанционных установок для контроля температуры. При определении возможности вентилирования учитывают самую низкую температуру в насыпи.

Номограммы ВНИИЗ предназначены для определения равновесной влажности зерна. Они составлены для тех случаев, когда температура воздуха выше 0°C и ниже 0°C .

Номограмма имеют пять шкал с делениями: на первой шкале нанесена температура по сухому термометру ($^{\circ}\text{C}$), на второй - температура по смоченному термометру; на третьей – абсолютная влажность воздуха, на четвертой – температура зерна в 0°C , на пятой – равновесная влажность зерна (%).

Возможности проведения вентилирования следует проверять через каждые 6 часов вентилирования, т.к. параметры воздуха могут изменяться довольно быстро, что может привести к увлажнению зерна.

При неустойчивой погоде определения проводят через 3 часа, а иногда и чаще в зависимости от условий. Если окажется, что при изменившейся погоде зерно может увлажниться, вентилирование необходимо прекратить.

В тех случаях, когда невозможно определить равновесную влажность зерна (отсутствие психрометра или других приборов), вентилирование проводят при условии, если температура наружного воздуха, ниже температуры зерна на $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ и более. В дождливую и туманную погоду разница должна составлять не менее 8°C . При этом необходимо защищать всасывающие отверстия вентиляторов от осадков.

Греющееся зерно вентилирует непрерывно в любые часы суток, независимо от метеорологических условий и равновесной влажности воздуха, до тех пор, пока оно не будет, охлаждено до температуры, близкой к температуре наружного воздуха в ночное время, или не будет превышать и более чем на $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$.

Греющееся зерно при вентилировании не увлажняется, т.к. повышается температура нагнетаемого в насыпь воздуха и увеличивается вследствие этого его способность сушить зерно.

Вентилирование зерна для его охлаждения следует проводить в наиболее холодные часы суток.

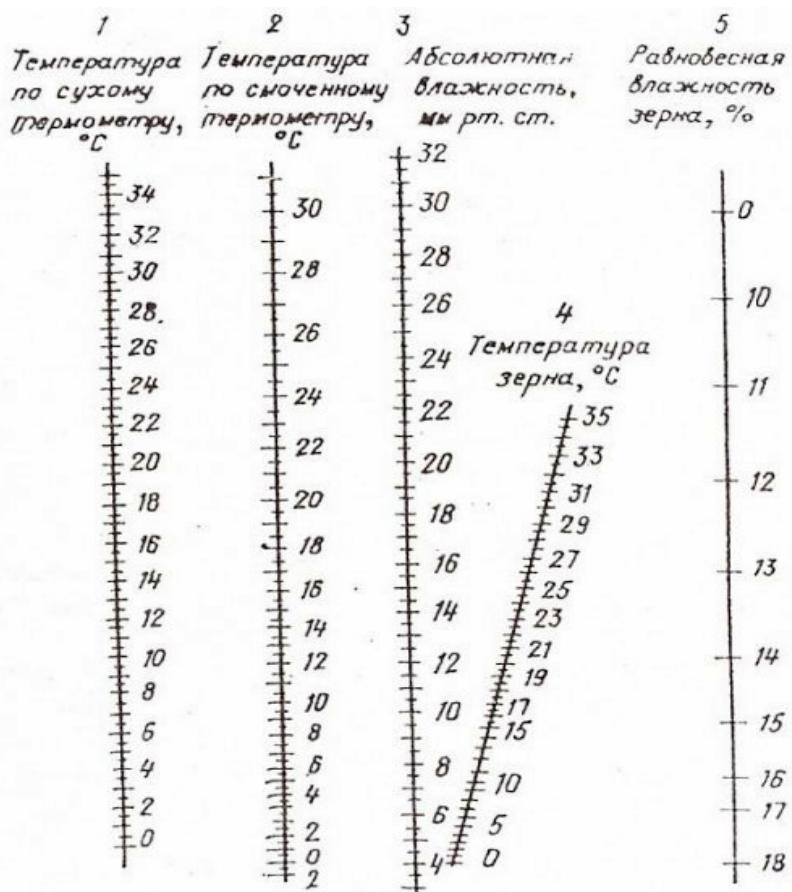


Рис. Номограмма ВНИИЗ

2.6 Лабораторная работа №7 (2 часа)

Тема: «Определение количества воздуха для вентилирования и продолжительность его прохождения»

2.1.1 Цель работы: научиться проводить расчеты, связанные с проведением активного вентилирования.

2.1.2 Задачи работы: рассчитать необходимое количество воздуха и продолжительность вентилирования различных партий зерна

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор
2. плакаты с установками активного вентилирования

2.1.4 Описание (ход) работы:

Для охлаждения зерна подачу воздуха в зерновую массу определяют с учетом удельной теплоемкости зерна и воздуха – она показывает, сколько требуется тепла для понижения (или повышения) температуры единицы массы зерна на 1°C. С увеличением влажности зерна его удельная теплоемкость повышается, (удельная теплоемкость сухого зерна $C_{c.z.}=0,3$ ккал/(кг*град)). Каждая зерновая культура имеет индивидуальное значение удельной теплоемкости в зависимости от влагосодержания.

Удельная теплоемкость воздуха $C_b=1,004$ кДж/(кг/град). В процессе вентилирования зерна необходимо отвести следующее количество тепла Q_o , ккал:

$$Q_o=C_3 \cdot g \cdot (t_h - t_k), \quad (1)$$

где C_3 - удельная теплоемкость зерна, кДж/(кг*град);

g - масса зерна, кг;

t_h и t_k – начальная и конечная температура зерна, град.

Количество отведенного тепла должно соответствовать тому количеству тепла, которое поглотит воздух:

$$Q_n=C_b \cdot V \cdot (t_h - t_k), \quad (2)$$

где Q_n – тепло, поглощенное воздухом, ккал;

C_b - удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг*град);

V - количество воздуха;;

t_h и t_k – начальная и конечная температура зерна, град.

Следовательно, необходимое для вентилирования количество воздуха составит:

$$V=(C_{3d}/C_b) \cdot q, \quad (3)$$

Подставив в эту формулу значения теплоемкости зерна влажностью 20%, равное 2,1 кДж/(кг*град), и воздуха 1,001 кДж/(кг*град), находим, что для охлаждения зерна следует осуществить подачу 2,1 м³ воздуха, или 2100 м³ на 1т. Однако, учитывая недостаточно равномерное распределение подаваемого установками воздуха в насыпи, согласно инструкции по активному вентилированию зерна для снижения температуры зерна до температуры воздуха следует обеспечить подачу не менее 2400 м³ воздуха на 1т.

Исходя из фактической удельной подачи воздуха определяют продолжительность вентилирования:

$$t=2400/q, \quad (4)$$

где q — фактическая

Таблица 1 Минимальные значения удельной подачи атмосферного воздуха при вентилировании для снижения температуры зерна и семян подсолнечника, м³/(ч • т)

| Влажность зерна, % | | Удельная подача воздуха, м ³ /(ч*т), на установках | | | | |
|------------------------------|---------------|---|---------|-------|-------|----------|
| зерновых, злаковых и бобовых | подсолнечника | СВУ-63 | УСВУ-62 | СВУ-2 | СВУ-1 | ГИПЗП-55 |
| 16 | 8 | 25 | 25 | 35 | 40 | 30 |
| 18 | 9 | 30 | 35 | 45 | 50 | 40 |
| 20 | 10 | 45 | 55 | 70 | 80 | 60 |
| 22 | 11 | 65 | 80 | 110 | 130 | 95 |
| 24 | 12 | 90 | 115 | 165 | 210 | 140 |
| 26 | 13 | 120 | 160 | 240 | - | 200 |

Так как зерно с повышенной влажностью и температурой имеет тенденции к самосогреванию, для его предотвращения процесс охлаждения зерновой массы стараются ускорить, увеличивая удельную подачу воздуха, но это повышает расходы на охлаждение зерна. Поэтому для эффективного и рационального вентилирования зерна устанавливают удельную подачу воздуха с учетом вида зерна, его первоначальной влажности и типа установки для вентилирования (табл. 1).

Таблица 2 - Минимально допустимая высота насыпи при вентилировании зерна на различных установках для снижения температуры, м

| Влажность зерна, % | СВУ-В3, СВУ-63М | | УСВУ-62 | | СВУ-2 | | СВУ-1 | |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | Пшеницы, ржи, ячменя, овса, боб-вых | Проса, гречихи, масличных | Пшеницы, ржи, ячменя, овса, боб-вых | Проса, гречихи, масличных | Пшеницы, ржи, ячменя, овса, боб-вых | Проса, гречихи, масличных | Пшеницы, ржи, ячменя, овса, боб-вых | Проса, гречихи, масличных |
| 16 | 7,0 | 4,5 | 7,0 | 4,2 | 5,0 | 3,0 | 3,5 | 2,3 |
| 18 | 5,8 | 4,1 | 5,6 | 3,7 | 4,8 | 2,8 | 2,6 | 1,9 |
| 20 | 4,5 | 3,4 | 4,0 | 3,0 | 3,8 | 2,4 | 1,6 | - |
| 22 | 3,1 | 2,7 | 2,7 | 2,4 | 2,5 | 1,8 | - | - |
| 24 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | - | - | - |
| 26 | 1,7 | 1,7 | - | - | - | - | - | - |

В процессе вентилирования зерновая насыпь охлаждается послойно, зонами. На входе воздуха образуется зона охлаждения, где температура зерна равна температуре продуваемого воздуха. Далее следует зона охлаждения, а верхняя зона (при продувании сверху вниз) будет иметь температуру, близкую к исходной температуре зерна, и если процесс вентилирования будет длиться долго, то здесь из-за низкой подачи воздуха в насыпь и чрезмерной ее высоты может начаться порча зерна. Поэтому с учетом типа установок, применяемых для активного вентилирования и первоначальной влажности зерна, высота насыпи зерновой массы не должна превышать допустимых пределов (табл. 2).

Предельная высота насыпи дана в таблице для установок, оборудованных вентиляторами ВМ-200, СВМ-5 и «Проходка-2м». При использовании в установках СВУ-63, СВУ-63М вентилятора СВМ-6 указанную высоту насыпи увеличивают в 1,5 раза, на всех остальных установках — в 1,3 раза.

В насыпи могут образовываться слабо вентилируемые места. С учетом этого удельную подачу воздуха рассчитывают, вводя поправочный коэффициент, который позволяет учесть неравномерное распределение воздуха в зерновой насыпи вследствие наличия глухих промежутков между воздухораспределителями (табл. 3).

Таблица 3 Коэффициент потребности в удельной подаче воздуха П_q для застойных зон

| Высота зерновой насыпи, м | Размер глухого промежутка между воздухораспределителями, м | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|
| | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,0 |
| 0,5 | 1,02 | 1,08 | 1,15 | 1,43 | 1,75 | 2,06 | 2,38 | 2,69 | 2,98 | 3,13 | 3,2 |
| 0,75 | 1,01 | 1,05 | 1,10 | 1,27 | 1,50 | 1,73 | 1,97 | 2,20 | 2,38 | 2,49 | 2,5 |
| 1,0 | 1,00 | 1,03 | 1,07 | 1,19 | 1,37 | 1,54 | 1,71 | 1,87 | 2,02 | 2,09 | 2,1 |
| 1,5 | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,13 | 1,24 | 1,37 | 1,48 | 1,59 | 1,68 | 1,72 | 1,7 |
| 2,0 | 1,0 | 1,01 | 1,03 | 1,09 | 1,19 | 1,28 | 1,35 | 1,43 | 1,51 | 1,54 | 1,5 |
| 2,5 | 1,0 | 1,0 | 1,02 | 1,07 | 1,015 | 1,23 | 1,29 | 1,34 | 1,40 | 1,43 | 1,4 |
| 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,01 | 1,05 | 1,12 | 1,18 | 1,23 | 1,28 | 1,34 | 1,36 | 1,3 |
| 3,5 | 1,0 | 1,0 | 1,01 | 1,4 | 1,10 | 1,15 | 1,20 | 1,24 | 1,30 | 1,32 | 1,3 |
| 4,5 | 1,0 | 1,0 | 1,01 | 1,04 | 1,08 | 1,12 | 1,16 | 1,19 | 1,23 | 1,25 | 1,2 |

Чтобы определить необходимое количество воздуха для вентилирования, надо знать норму удельной подачи воздуха в засточные зоны (табл. 4).

Таблица 4 - Нормы удельной подачи воздуха для застойных зон для зерна всех культур, кроме риса, q_n

| Исходная влажность зерна, % | Норма удельной подачи воздуха, $m^3/\text{ч}$ на 1 т, не менее | Исходная влажность зерна, % | Норма удельной подачи воздуха, $m^3/\text{ч}$ на 1 т, не менее |
|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| 14 | 18 | 22 | 62 |
| 16 | 23 | 23 | 72 |
| 18 | 30 | 24 | 85 |
| 20 | 43 | 25 | 100 |
| 21 | 51 | 26 | 115 |

Зная, какое количество зерна (m) подлежит вентиляции, можно рассчитать количество воздуха, необходимое для вентилирования, взяв цифровые значение (q_n и Π_q) из табл. 3 и 4:

$$V = q_n \Pi_q m. \quad (5)$$

Для семян подсолнечника норму удельной подачи воздуха относят только к влажности гидрофильтрной части, определяемую по формуле

$$W_{\text{г.ч.}} = 100W / 100G, \quad (6)$$

где $W_{\text{г.ч.}}$ — фактическая влажность семян, %

G — масличность семян, %.

Продолжительность активного вентилирования зерновой массы в целях ее охлаждения рассчитывают в следующем порядке: вначале необходимо определить количество зерна, которое можно загрузить на каждый канал:

$$M = V / q_n \Pi_q, \quad (7)$$

где, например, $V = 8$ тыс. $m^3/\text{ч}$; $\Pi = 1,00$ для высоты насыпи 3,5 м и размера глухого промежутка в установке СВУ-63 0,52 м; $q_n = 30$ для влажности 18 %;

$$m = 8000 / (30 * 1,00) = 266,6 \text{ т} = 267 \text{ т.}$$

Затем рассчитывается продолжительность вентилирования зерна:

$$t = 2000 \Pi_q / q_{cp} = 2000 * 1,00 / 30 = 66,6 \text{ ч}$$

2.7 Лабораторная работа №8 (2 час)

Тема: : Определение режимов сушки зерна и производительности зерносушилок

2.1.1 Цель работы: научиться определять температурный режим сушки семенного и продовольственного зерна, а также рассчитать производительность зерносушилок в плановых тоннах.

2.1.2 Задачи работы:

- 1) установить режимы сушки для партии зерна
- 2) рассчитать производительность зерносушилок в плановых тоннах
- 3) рассчитать убыль зерна в массе при сушке

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор
2. схемы зерносушильных установок

2.1.4 Описание (ход) работы:

Во время уборки урожая зерновых, зернобобовых и крупяных культур часто наблюдаются неблагоприятные метеорологические условия, которые повышают влажность свежеубранного зерна в некоторые годы до 30% и выше. На сегодняшний день основным способом предохранения сырого и влажного зерна от порчи и самосогревания является сушка.

Сушка зерна при правильном ее проведении - наиболее эффективный технологический прием, способствующий улучшению качества зерна и его сохранности.

В процессе сушки зерна на его семенные и продовольственные качества влияют: температура нагрева; температура и скорость движения теплоносителя; время пребывания зерна в нагретом состоянии.

Режим сушки определяется:

- родом и видом зерна и семян, или культурой;
- исходной влажностью зерна и семян;
- целевым назначением и качеством зерна и семян;
- конструкцией и типом зерносушилки.

Главным показателем, характеризующим правильный ход сушки зерна, является температура его нагрева, которая не должна превышать предельных значений. Чем выше влажность семян, тем ниже должна быть температура теплоносителя.

Таблица 1 - Высшие пределы температуры агента сушки и нагрева зерна продовольственного и кормового назначения в шахтных зерносушилках

| 1 | 2 | 3 | Пределная температура агента сушки (°C) в сушилках | | |
|--|------------------------------|----|--|------------------------|-------------------------|
| | | | работающих на двухступенчатом режиме | | |
| | | | 1 зона | 2 зона | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Пшеница прод. назначения с крепкой клейковиной | <17 17-20 20-25 <25 | 45 | | | |
| с нормальной клейковиной | <17 17-20 20-25 <25 | 50 | 120 100 100 90 | 110 100 90 80 | 120 120 100 90 |
| со слабой клейковиной | <17 17-20 20-25 <25 | 55 | | | |
| твердых, сильных и ценных сортов | <20 >20 | 50 | | 100 | 100 |
| Рожь, ячмень про- | Независимо | | | | |

| | | | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------------|-----|-----|-----|
| довольственны | от нач. влаж. | 60 | 160 | 130 | 160 |
| | | <19 | 40 | 80 | 70 |
| | | <15 | | | |
| | | 17-20 20- 25 >25 | 55 | | |
| Просо | Независ | 50 | 140 | 130 | 160 |
| Гречиха | от нач. | 40 | 80 | 80 | 100 |
| Овес | влажн. | 40 | 90 | 90 | 110 |
| Горох и другие бо- бовые | <18 | 40 | 80 | 80 | 100 |
| | >18 | 30 | 70 | 70 | 90 |

Температурная устойчивость зерна при сушке определяется, главным образом, температурной устойчивостью его белковых веществ. Превышение допустимой температуры нагрева зерна вызывает коагуляцию белка, утрату жизненных функций семян и способности их к прорастанию, а у зерна пшеницы – резкое ухудшение растяжимости белков эндосперма, снижение количества и качества клейковины. Семенное зерно необходимо сушить при более мягком температурном режиме, так как белки зародыши менее стойки к нагреву и, кроме того, зародыш находится непосредственно под оболочкой, прогревается и высыхает в первую очередь. Предельная температура нагрева семенного зерна пшеницы 45°C, продовольственные 50°C. Поэтому норма выработки при сушке семенного зерна по сравнению с продовольственным снижается в 2 раза.

Съем влаги за один проход через сушилку при сушке семенного зерна не должен превышать 6%, для злаковых культур и 3-4% для бобовых культур, проса, гречихи.

Таблица 2 - Режим сушки семенного зерна.

| Культура | Влажность | Пропуски | Шахтные сушилки | | Барабан-ные сушилки |
|----------|-----------|----------|---------------------------------|--|---------------------|
| | | | температура теплоносителя, град | предельная температура нагрева семян, град | |
| Пшеница, | 18 | I | 70 | 45 | 45 |
| | 20 | I | 65 | 45 | 45 |
| | 26 | I | 60 | 43 | 43 |
| | | 11 | 65 | 45 | 45 |
| | Свыше 26 | I | 55 | 40 | 40 |
| | | II | 60 | 43 | 43 |
| | | III | 65 | 45 | 45 |
| Гречиха, | 18 | I | 65 | 45 | 45 |
| | 20 | I | 60 | 45 | 45 |
| | 26 | I | 55 | 40 | 40 |
| | | II | 60 | 45 | 45 |

| | | | | | |
|--------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Свыше 26 | I II III | 50 55 60 | 38 40 45 | 38 40 45 |
| Горох, | 18 | I | 60 | 45 | - |
| | 20 | I | 55 | 43 | - |
| | | II | 60 | 45 | |
| | 25 | I | 50 | 40 | - |
| | | II | 55 | 43 | |
| | | III | 60 | 45 | |
| | 30 | I | 45 | 35 | - |
| | | II | 50 | 40 | |
| | | III | 55 | 43 | |
| | | IV | 60 | 45 | |

Температурная устойчивость зерна зависит от его исходной влажности. Белки сухого зерна более устойчивы к нагреву, по мере повышения влажности эта устойчивость снижается. Поэтому сушку высоковлажного зерна следует начинать при мягком температурном режиме и с каждым последующим пропуском через сушилку постепенно усиливать его в соответствии с установленными рекомендациями, то есть применять ступенчатый режим сушки.

На температуру нагрева оказывает влияние исходное качество зерна. Продовольственное зерно пшеницы со слабой клейковиной в процессе сушки при несколько более высокой температуре его нагрева улучшает свое качество вследствие повышения упругости клейковины. Зерно пшеницы с крепкой клейковиной необходимо сушить особенно осторожно, при пониженной температуре нагрева, иначе клейковина станет крошащейся, а зерно – непригодным для хлебопечения.

Термоустойчивость сырого зерна невысокая, поэтому температура нагрева зерна разных культур в зависимости от влажности и целевого назначения изменяется в небольших пределах. Семенное зерно большинства культур при сушке нагревают до 40-45 °C, зерно продовольственной пшеницы до 45-55 °C, зерно фуражного назначения до 50-60 °C. На выбор температурного режима сушки крупносемянных зернобобовых культур оказывает влияние их специфическая особенность – плохая влагоотдача и склонность к растрескиванию.

Производительность сушилок при оптимальном режиме сушки зависит от начальной и конечной влажности и вида зерна. Для сушилок разных систем установлены единые часовые нормы выработки в так называемых плановых (условных) тоннах. Плановой единицей считается 1т просушенного зерна продовольственной пшеницы при снижении влажности на 6% (с 20 до 14%). Чтобы объем высушенного зерна из физических перевести в плановые тонны, нужно объем физического (просушенного) зерна умножить на переводной коэффициент (табл. 3)

Таблица 3 - Коэффициенты перевода объема просушенного зерна из физических в плановые тонны (для всех конструкций зерносушилок)

| Влажность, % | | Ко-эф-фи-ци-ент | Влажность, % | | Ко-эф-фи-ци-ент | Влажность, % | | Коэф-фици-ент | Влажность, % | | Ко-эф-фи-ци-ент |
|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|-----------------|
| до сушки | после сушки | | ДО сушки | после сушки | | ДС сушки | после сушки | | до сушки | после сушки | |
| | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|----|------|----|----|------|----|----|------|----|----|------|
| 16 - | 14 | 0,54 | 20 | 17 | 0,54 | 22 | 18 | 0,68 | 24 | 17 | 1,01 |
| 17 | 14 | 0,67 | 21 | 14 | 1,10 | 22 | 19 | 0,51 | 24 | 18 | 0,91 |
| 17 | 15 | 0,49 | 21 | 15 | 0,97 | 23 | 14 | 1,31 | 24 | 19 | 0,80 |
| 18 | 14 | 0,80 | 21 | 16 | 0,85 | 23 | 15 | 1,17 | 25 | 15 | 1,43 |
| 18 | 15 | 0,62 | 21 | 17 | 0,69 | 23 | 16 | 1,10 | 25 | 16 | 1,25 |
| 19 | 14 | 0,92 | 21 | 18 | 0,52 | 23 | 17 | 0,93 | 25 | 17 | 1,13 |
| 19 | 15 | 0,74 | 22 | 14 | 1,20 | 23 | 18 | 0,80 | 25 | 18 | 1,00 |
| 20 | 14 | 1,00 | 22 | 15 | 1,12 | 24 | 14 | 1,46 | 25 | 19 | 1,93 |
| 20 | 14 | 1,00 | 22 | 16 | 0,96 | 24 | 15 | 1,29 | 25 | 20 | 0,78 |
| 20 | 16 | 0,72 | 22 | 17 | 0,82 | 24 | 16 | 1,15 | 26 | 16 | 1,39 |

Пример:

Масса партии высушенного зерна ржи 60 т , начальная влажность 25%, после сушки 17 %.

объем зерна в плановых тоннах будет равен:

$$60 * 1,13 = 78 \text{ т}$$

Ориентировочную производительность сушилок при сушке семян разных культур определяют с помощью следующих переводных коэффициентов К, характеризующих влагоотдающую способность семян по сравнению с пшеницей:

| | |
|---|---------|
| гречиха | 1,25 |
| пшеница, овес, ячмень, кукуруза в зерне, подсолнечник | 1,00 |
| ржь | 0,9 |
| просо | 0,8 |
| горох | 0,5 |
| бобы, люпин, фасоль | 0,1-0,2 |

Производительность при сушке семенного зерна рассчитывается по коэффициенту 0,5.

Пример: Производительность сушилки СЗШ-16 16 т/ч ,культура рожь.
Ориентировочная производительность будет равна:

$$16 * 0,9 = 14,4 \text{ т/ч}$$

Убыль в массе зерна при сушке (усушка) определяется по формуле

$$X = \frac{100 * (a - b)}{100 - b}$$

где x - процент убыли массы зерна после сушки;

a - влажность зерна до сушки, %;

b - влажность зерна после сушки, %.

В соответствии с заданием (табл.1,2) выбрать оптимальный режим сушки зерна.

Таблица 1 -Установите режим сушки семян.

| Культура | Тип сушилки (шахтные, барабанные, M- 819, M-820) | Влажность зерна, % | Съем за один пропуск, % | Количество пропусков | Temperatura, C | |
|----------|---|-----------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|-------|
| | | | | | теплоно- сителя | зерна |
| | | | | | | |

Таблица 2-Рассчитайте производительность зерносушилки в плановых тоннах и убыль массы зерна

| Культура | Влажность | | Масса зерна | | Коэффиц. перевода в плановые тонны | Плановые тонны | Время сушки, час | Коэффициент | Коэффициент для семян | Ориентировочная производительность | Усушка | |
|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|----------------|------------------|-------------|-----------------------|------------------------------------|--------|-----|
| | до сушки | после сушки | до сушки | после сушки | | | | | | | % | кг. |
| | | | | | | | | | | | | |

2.8 Лабораторная работа №9 (2 часа)

Тема: : «Расчет числа коробов, скорости теплоносителя и размер секций шахтной зерносушилки»

2.1.1 Цель работы: изучить устройство и принцип действия шахтных зерносушилок

2.1.2 Задачи работы: рассчитать скорость теплоносителя и размеры секций зерносушилки

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор
2. схема шахтной зерносушилки

2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Изучить устройство и принцип действия шахтной зерносушилки.
2. Рассчитать число коробов, скорость теплоносителя и размеры секций шахтной зерносушилки.

При конструктивном расчете шахтной зерносушилки определяют размеры коробов, которые имеют пятигранную форму (a,b,d), размер шахты при известной скорости теплоносителя, количество расходуемого теплоносителя и воздуха для охлаждения продукта.

Конструктивный расчёт шахтной зерносушилки начинают с определения площади коробов F_c , которые служат для подвода теплоносителя, чей расход составляет V_t , определяют по формуле:

$$F_c = \frac{V_t}{3600 \times V_r}$$

Площадь коробов F_{oxh} , которые служат для подвода холодного воздуха, чей расход составляет $V_{x.b.}$, можно найти по формуле:

$$F_{oxh} = \frac{V_{x.b.}}{3600 \times V_r}$$

Площадь сечения короба:

$$f = ab + 0,5 ad.$$

Предварительное число коробов рассчитывают так:

$$n'_{\text{пр}} = F/f.$$

Примем, что количество коробов в одном ряду равно k . Тогда можно рассчитать и предварительное количество рядов коробов.

$$N'_{\text{пр}} = n'_{\text{пр}}/k \quad (*)$$

Полученное значение необходимо округлить до целого числа. Тогда это значение можно принять как фактическое число рядов и обозначить через N' .

Теперь из уравнения (*), подставив вместо $N'_{\text{пр}}$ принятое нами N' , можно найти фактическое число коробов в сушилке:

$$n' = N' \times k.$$

Действительная скорость теплоносителя (газа для сушки) находится из уравнения:

$$V_s = \frac{V_{\text{общ}}}{3600 \times z \times n \times f}$$

Это значение не должно быть более 6 м/с.

Ширина шахты рассчитывается исходя из заданного шага коробов по ее ширине и из их количества в одном ряду:

$$B = t_{\Gamma} \times k.$$

Примем, что длина короба равна l_k . Теперь можно определить глубину шахты.

Определяем высоту охлаждающей и сушильной шахты.
Высота сушильной шахты:

$$H' = \frac{t_B \times (N'_0 + N'_\pi)}{z}$$

где t_B – шаг коробов по высоте шахты;

z – количество шахт.

Высота охлаждающей шахты:

$$H'' = t_B \times (n_{\text{окз}} + n_{\text{окп}})$$

Зная высоту каждой шахты зерносушилки в отдельности, можно найти общую высоту.

$$H_{\text{общ}} = H' + H'' + 1000$$

Здесь 1000 (мм) – это слой зерна. Его специально оставляют между охлаждающей и сушильной зонами шахт, чтобы предотвратить возможность подсасывания воздуха.

2.9 Лабораторная работа №10-11 (4 час)

Тема: Расчет оборудования для послеуборочной обработки зерна

2.1.1 Цель работы: научиться рассчитывать необходимое количество послеуборочной техники для обработки зерна

2.1.2 Задачи работы: рассчитать количество машин для предварительной, первичной, вторичной очистки, зерносушилок и БАВ для послеуборочной обработки зерна

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор

2. схемы машин для послеуборочной обработки зерна

2.1.4 Описание (ход) работы:

Всё зерно, поступившее с поля на зерноток, должно пройти предварительную очистку не позднее 24 часов с момента его поступления на ток, а сырое и влажное зерно - сушку до 14% влажности. Для этого максимальное среднесуточное поступление зерна на ток в тоннах делят на расчётную производительность машин предварительной очистки (формула 1):

$$T = M_x / \sum g_{\text{расч.}} \quad (1)$$

где T — фактическое количество времени, которое затрачивается на предварительную очистку, час.

$\sum g_{\text{расч.}}$ — совокупная расчётная производительность машин предварительной очистки, имеющихся на зернотоке, т/ час.

Расчетную производительность машин предварительной очистки определяют по формуле 2:

$$g_{\text{расч.}} = K_1 * g_{\text{пас.}} - K_2 * g_{\text{пас.}} - K_3 * g_{\text{пас.}} \quad (2)$$

где $g_{\text{расч.}}$ — расчётная производительность машины предварительной очистки, т/ час (таблица 1);

K_1 — поправочный коэффициент на вид зерна (для гороха и пшеницы он равен 1; ржи 0,9; ячменя 0,8; овса 0,7; гречихи 0,6);

K_2 — поправочный коэффициент потери производительности при обработке зерна с влажностью выше 16% (для зерна с влажностью 17% он равен 0,05; 18% - 0,1; 19% - 0,15; 20% - 0,20; 21% - 0,25; 22% - 0,30; 23% - 0,35; 24% - 0,40; 25% - 0,45; 26% - 0,50; 27% - 0,55; 28% - 0,60; 29% - 0,65; 30% - 0,70);

K_3 — поправочный коэффициент потери производительности при обработке зерна с содержанием отделимой примеси (корнеплод + зерновая) выше 10% (для зерна с содержанием отделимой примеси 11% он равен 0,02; 12% - 0,04; 13% - 0,06; 14% - 0,08; 15% - 0,10; 16% - 0,12; 17% - 0,14; 18% - 0,16; 19% - 0,18; 20% - 0,20).

Потребность зернотока в машинах предварительной очистки (МПО) находят по формуле 3:

$$MPO = T / 16,8 - 1 \quad (3)$$

где МПО — дополнительная потребность зернотока в машинах предварительной очистки, шт

T — фактическое количество времени, затрачиваемое на предварительную очистку максимально - среднесуточного количества зерна, час.

Потребность зернотока в зерносушилках определяют по формуле 4:

$$Q_{\text{зерносуш.}} = M_x / 16,8 (Y_{\text{пас.}} * K_4 * K_5 * K_6) \quad (4)$$

где, $Q_{\text{зерносуш.}}$ — потребность в зерносушилках, т/ч;

M_x — максимальное среднесуточное поступление зерна с поля на ток, т.;

$Y_{\text{пас.}}$ — паспортная производительность зерносушки, т/час (таблица 4);

K_4 — поправочный коэффициент на вид зерна: просо, горох - 0,8; пшеница, ячмень, овес - 1,0, рожь - 1;

K_5 — поправочный коэффициент на влажность (для зерна с влажностью 17% - 0,70; 18% - 0,80; 19% - 0,92; 20% - 1,00; 21% - 1,10; 22% - 1,20; 23% - 1,31; 24% - 1,46; 25% - 1,54; 26% - 1,63; 27% - 1,75; 28% - 1,88; 29% - 2,01; 30% - 2,14);

K_6 — поправочный коэффициент на целевое назначение зерна. При сушке партий продовольственного назначения $K_6=1,0$; при сушке семенного назначения - 0,5; при сушке гороха - 0,5.

Загруженность машин предварительной очистки должна быть не менее 80% от расчетной производительности, а зерносушилок - не менее 70%.

Если в результате расчетов дополнительная потребность в зерносушилках составляет свыше 0,6, то целесообразно приобретать и устанавливать дополнительное оборудование, а если ниже - 0,6, то приобретать еще одну зерносушилку нецелесообразно, выгоднее приобрести и установить бункера активного вентилирования для временного консервирования и подсушивания зерна.

Потребность в бункерах активного вентилирования (БАВ) рассчитывают по формуле 5:

$$\text{БАВ} = [\text{Mx} - 16,8 (\text{g}_{\text{пас}} * \text{K}_4 * \text{K}_5 * \text{K}_6)] : \text{g}_6 * \text{K}_7 \quad (5)$$

где БАВ — потребность в бункерах активного вентилирования, шт.;
 $\text{g}_{\text{пас}}$ — совокупная паспортная производительность зерносушилок, т/час (таблица 4);

g_6 — вместимость бункера активного вентилирования, т;

K_7 — поправочный коэффициент на вид зерна: пшеница, горох -1; рожь- 0,89; ячмень, овес - 0,76.

Вместимость бункеров активного вентилирования 40т.

Потребность в машинах первичной, вторичной очистки и в пневматических сортировальных столах рассчитывают исходя из паспортной производительности этих машин по формуле 6:

$$\text{ПОМ} = \text{Mx} : 16,8 (\text{g}_{\text{пас}} * \text{K}_1 * 0,8), \quad (6)$$

где ПОМ — потребность в очистительных машинах, шт.;

$\text{g}_{\text{пас}}$ — паспортная производительность очистительных машин, т/час (табл.2,3)

K_1 — поправочный коэффициент на вид зерна;

0,8 — коэффициент оптимальной загрузки машины.

Площадь профилированной площадки (крытого тока). На случай аварии в электросетях, когда всё технологическое оборудование на зернотоке будет простоявать, а зерно с поля будет по-прежнему поступать на зерноток, для его правильного размещения и исключения порчи от самосогревания, рассчитывают потребность в профилированных площадках или крытом токе (ППа) определяют по формуле 7:

$$\text{ППа} = \text{Mx} : \gamma : 0,2, \quad (7)$$

где ППа — площадь профилированной площадки, м²;

γ — натура зерна, т/м³;

0,2 — коэффициент.

Потребность в складских помещениях рассчитывают по формуле 9:

$$S_1 = M_3 / V * 2,5 \quad (9)$$

где S_1 — площадь зерноскладов, м²;

M_3 — масса зерна, предназначенная к закладке на стационарное хранение, т;

V — натура зерна, т/м³.

Общую площадь зернотока находят по формуле 10:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4, \quad (10)$$

где S — площадь зернотока, м²:

S_1 — площадь под зерноскладами, м²:

S_2 — площадь крытого тока, профилированных площадок, м²;

S_3 —площадь под автовесами, лабораторией, стационарными зерноочистительными комплексами, м².

S_4 —площадь под бункерами активного вентилирования, подсобными помещениями, санитарными объектами, м².

Задание: Рассчитать необходимое количество машин для послеуборочной обработки зерна в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Максимальное суточное поступление зерна на ток

| Культура | Mx, т | Влажн ость, % | Сорн. и зер. при-сь, % | Зерно сушил., марка | МПО, марка | Марки машин первичной и вторичной очистки |
|----------------|----------|---------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------|--|
| Пшеница | 420 | 19 | 12 | СА | ЗМ | ЗМ |
| Рожь | 380 | 22 | 19 | СВ | ОВЗ | МС |
| Ячмень | 370 | 28 | 18 | С3 | МПУ | МЗУ-25 |
| Горох | 450 | 24 | 13 | СК | ЗАП | ЗГ-25 |
| Овес | 350 | 26 | 14 | СУС | ОВС | МВУ-15 |
| Гречиха | 490 | 18 | 18 | С3 | МПО | ЗВС-25 |
| Пшеница семена | 455 | 25 | 12 | СК | ЗАП | МЗ |
| Ячмень семена | 325 | 23 | 16 | СА | МПУ | МВО-7 |
| Овес семена | 398 | 27 | 17 | СК | ОВС | ЗГ-5 |
| Горох | 125 | 30 | 20 | СА | ОВС | МВО-10 |
| Овес | 515 | 28 | 13 | СВ | МПО | 2 шт. ЗМ |
| Гречиха | 418 | 20 | 15 | СВ | ЗМ | 3 шт. МС |
| Пшеница | 498 | 22 | 16 | 3шт.СК | ОВС | МЗУ-50 |
| Рожь | 545 | 21 | 19 | СУС | 2шт.МПУ | ЗГ-25 |
| Ячмень | 369 | 26 | 11 | СК | ЗАП | МВУ-15 |
| Горох семена | 288 | 28 | 14 | СА | 5шт.ОВЗ | ЗВС-25 |
| Овес | 316 | 19 | 19 | СВ | 2шт МПУ | 2 штМВУ-15 |
| Пшеница | 545 | 27 | 20 | С3 | 4шт ОВС | ЗВ20А |
| Рожь | 388 | 26 | 17 | СУС | МПО | 3шт МВО-7 |

Таблица 1- Техническая характеристика машин предварительной очистки зерна

| Характеристика | Марки машин | | | | | |
|----------------|-------------|--------|--------|--------|---------|--------|
| | ЗМ-20 | ОВ3-3А | ЗАП-25 | МПУ-15 | ОВС-25С | МПО-30 |
| Q, т/ч | 20 | 3 | 25 | 15 | 12 | 30 |

Таблица 2-Техническая характеристика машин первичной очистки зерна

| Характеристика | Марки машин | | | | | |
|----------------|-------------|--------|---------|--------|------|-------|
| | ЗМ-20 | МЗУ-50 | ЗВС-20А | МЗ-10С | ЗГ-5 | ЗГ-25 |
| Q, т/ч | 10 | 25 | 25 | 8 | 2 | 25 |

Таблица 3- Техническая характеристика машин вторичной очистки зерна

| Характеристика | Марки машин | | | | |
|----------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | МС-4,5 | МЗУ-50 | МВО-10 | МВО-7С | МВУ-15 |
| Q, т/ч | 8 | 10 | 12 | 7 | 15 |

Таблица 4 -Техническая характеристика зерносушилок

| Характеристика | Марки машин | | | | |
|----------------|-------------|-------|-------|------------|-------|
| | СА-603 | СВ-20 | СЗ-16 | СК-20 | СУС-2 |
| Q, т/ч | 8 | 20 | 16 | 10/20 прод | 12 |

Таблица 5- Масса 1м³ зерна и скважистость (по данным Л.А.Трисвятского)

| Культура | Масса 1м ³ , кг | Скважистость, % |
|--------------|----------------------------|-----------------|
| Подсолнечник | 325-440 | 60-80 |
| Овес | 400-550 | 50-70 |
| Гречиха | 560-650 | 50-60 |
| Ячмень | 580-700 | 45-55 |
| Просо | 680-730 | 30-50 |
| Рожь | 680-750 | 35-45 |
| Пшеница | 730-850 | 35-45 |
| Горох | 780-850 | 30-40 |

2.10 Лабораторная работа 12-13 (4 часа)

Тема: График движения зерна на элеваторе

2.10.1 Цель: изучить принцип работы элеватора и научиться составлять схему движения зерна на элеваторе

2.10.2 Задание: построить график движения зерна на элеваторе

2.10 .3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор

2.10.4 Описание (ход) работы:

В качестве исходных данных для составления технологической карты используют схему генерального плана предприятия, на которую наносят:

-основные сооружения предприятия с указанием механизации зернохранилищ (наличие верхних и нижних транспортеров в складах), в том числе асфальтированные и грейдерные площадки с нанесенным схематическим расположением передвижной техники;

-подъездные железнодорожные и автомобильные пути и места расположения всех точек погрузки и разгрузки железнодорожных вагонов, включая и дополнительно организуемые с помощью передвижной механизации;

-все места установки автомобилеразгрузчиков, в том числе для разгрузки большегрузных автомобилей;

-намечаемое новое строительство зерносушилок, площадок, приемных устройств и железнодорожных путей, вагонных и автомобильных весов, строительство и реконструкцию зерносушилок;

-сооружения, вводимые в текущем году, должны быть отмечены особо.

В экспликации сооружений на схеме генерального плана должны быть указаны в разрезе технологических линий нумерация и емкость зерноскладов.

Схема генерального плана предприятия является приложением к технологической карте.

2. Обоснование и выбор исходных данных о заготовках зерна

2.1. Планируемое поступление зерна за период заготовок (годовой объем заготавливаемого зерна - А), для которого составляется технологическая карта, рассчитывают на основе данных по максимальному поступлению за один из характерных

годов (из трех - пяти лет наибольшего поступления зерна на данное предприятие) по показателям табл. 1.

Таблица 1- Исходные данные по объему заготовок зерна и планируемое поступление на элеватор (хлебоприемное предприятие) за год

| Наименование | Данные по максимальному поступлению зерна за год | | План текущего года, т |
|---|--|---|-----------------------|
| | т | % | |
| Годовой объем заготавливаемого зерна в т.ч, по культурам и партиям: - пшеница ценная ; -пшеница сильная (содержание клейковины 28 - 31% I группы качества); - пшеница сильная (содержание клейковины 32% и выше I группы качества); - пшеница твердая, - пшеница рядовая ; - ячмень; - просо | | | |
| по влажности: -сухое и средней сухости; - влажное -сырое до 22% -сырое выше 22% | | | |
| по сухости: - чистое - средней чистоты и сорное до ограничительных кондиций -сорное выше ограничительных кондиций. | | | |

2.2. Исходные данные

Рабочая схема движения зерна по элеватору

Состав оборудования и оперативных емкостей:

Нории (№ позиции) — шт. Конвейеры приемные:

- а) с автотранспорта (№ поз.) — шт.
- б) с ж. д. транспорта (-»-) — шт.
- в) с водного транспорта (-»-) — шт.

Конвейеры под силосные (-»-) — шт.

Конвейеры подсушильные (-»-) — шт.

Конвейеры надсилосные (-»-) — шт.

Конвейеры отпускные:

- а) на производство (-»-) — шт.
- б) на водный транспорт (-»-) — шт.

Сепараторы (-»-) — шт.

Зерносушилки (-»-) — шт.

Бункеры:

- а) надсепараторные, Е = ... т (-»-) — шт.
- б) под сепараторные Е=...т(-»-) — шт.
- в) над сушильные Е = ...т(-»-) — шт.
- г) подсушильные Е = ... т (-»-) — шт.

д) отпускные на ж/д транспорт $E = t$ (->—) — шт.
е) отпускные на автомобильный транспорт, $E t$ (->—) — шт.
Другое оборудование и емкости.....

2.3. Объем операций (т)

Прием зерна:
а) с автотранспорта.....
б) с ж/д транспорта.....
в) с водного транспорта.....
Отпуск зерна:
а) на автотранспорт.....
б) на ж/д транспорт.....
в) на водный транспорт.....
г) на производство.....
Очистка зерна.....
Сушка зерна.....
Перемещение в целях проветривания.....
Другие операции.....

2.4. Условия работы

Очистке в потоке подвергают зерно, принимаемое с автотранспорта (100%), с железнодорожного транспорта (50%), с водного транспорта (50%). Очистке подвергают также зерно, отгружаемое портовыми элеваторами на водный транспорт (50%).

Отпуск зерна на производство осуществляют за время не более 8 ч и только одной сменой.

Прием и отпуск зерна на железнодорожный транспорт производят подачами.

Производится посменный количественный учет:

а) очищенного зерна.....
б) просушенного зерна
в).....

По возможности технологическое оборудование не останавливают до выполнения заданного объема операции.

На начало и конец суток оперативные бункера должны быть наполнены на один и тот же уровень.

Могут быть поставлены и другие условия, которые следует учитывать при построении графика.

2.5 Коэффициент использования.

График суточной работы элеватора строят с учетом фактической производительности оборудования, т. е. с учетом коэффициентов, понижающих паспортную производительность оборудования.

Нормативные значения коэффициентов использования норм К на операциях указаны в табл. 1; коэффициентов, зависящих от культуры зерна K_i — в табл. 2; коэффициентов, зависящих от состояния зерна по влажности и засоренности K_{B3} , — в табл. 3.

Фактическую производительность сепараторов определяют по паспортным техническим характеристикам с учетом понижающего коэффициента К, зависящего от культуры зерна, влажности и содержания отдельной примеси (табл. 4).

При построении графика учитывают производительность зерно сушилки в плановых тоннах в час (указана в марке сушилки последними цифрами).

Таблица 2 - Нормативные значения коэффициентов использования норий, K_i

| Операция | K_i для норий производительностью | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|
| | 100 т/ч | 175 т/ч | 350 т/ч |
| 1. Прием зерна: | | | |
| а) с автотранспорта | 0,85 | 0,80 | 0,75 |
| б) с ж/д транспорта | 0,80 | 0,75 | 0,70 |
| в) с водного транспорта | 0,85 | 0,80 | 0,75 |
| 2. Очистка зерна | 0,90 | 0,85 | 0,80 |
| 3. Сушка зерна | 0,90 | 0,85 | 0,80 |
| 4. Отпуск зерна: | | | |
| а) на автотранспорт | 0,85 | 0,80 | 0,75 |
| б) на ж/д транспорт | 0,80 | 0,75 | 0,70 |
| в) на производство | 0,85 | 0,80 | 0,75 |
| г) на водный транспорт | 0,85 | 0,80 | 0,75 |
| 5. Перемещение в целях проветривания | 0,60 | 0,55 | 0,50 |

Таблица 3 - Коэффициент изменения производительности оборудования в зависимости от культуры, K_k

| Культура | Значение коэффициента | |
|-----------------|------------------------|------------------------------------|
| | дня нории и конвейеров | для ворохочистителей и сепараторов |
| 1. Пшеница | 1,0 | 1,0 |
| 2. Ячмень | 0,8 | 0,3 |
| 3. Овес | 0,7 | 0,7 |
| 4. Рожь | 0,9 | 0,9 |
| 5. Просо | 0,8 | 0,3 |
| 6. Горох | 0,9 | 1,0 |
| 7. Гречиха | 0,7 | 0,7 |
| 8. Рис-зерно | 0,7 | 0,2 |
| 9. Подсолнечник | 0,5 | 0,5 |
| 10. Кукуруза | 1,0 | 1,0 |
| 11. Соя | 0,9 | 1,0 |

Таблица 4 - Коэффициент изменения производительности нории в зависимости от состояния зерна по влажности и засоренности, K_{vz}

| Содержимое отделимой примеси | Влажность зерна, % | | | | | |
|------------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------|
| | до 15 | свыше 15 до 17 | свыше 17 до 19 | свыше 19 до 22 | 22-25 | свыше 25 |
| до 5 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| свыше 5 до 10 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 |
| свыше 10 до 15 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | P,7. | 0,6 |
| свыше 15 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |

3.3. Порядок выполнения работы

3.1. ГСР строят в масштабе

По горизонтали откладывают время в масштабе M_t . По вертикали — вместимость оперативных бункеров в масштабе M_E .

Для облегчения расчетов удобно масштабы выражать в размерностях M_t ч/см; M_E , т/см (например, $M_t = 0,33$ ч/см, $M_E = 2,5$ т/см).

Масштабы определяют с учетом формата листа конкретного задания.

3.2. Форму графика подготавливают, соблюдая следующие требования:

а) в графе «наименование» позиции размещают сверху вниз в такой последовательности:

- конвейеры, подающие зерно на нории (приемные, подсушильные, подсилосные);
- нории;
- конвейеры, на которые нории подают зерно (надсилосные, отгрузочные, подсушильные);
- сепараторы в комплексе с над- и подсепараторными бункерами (надсепараторный бункер, сепаратор, подсепараторный бункер);
- отпускные бункера.

Позиции записываются так: впереди существительное, за ним соответствующее определение, затем указывают производительность оборудования Q , т/ч, или вместимость бункеров E , т.

(Например: конвейер подсилосный, $Q = 100$ т/ч);

б) в графе «Поз.» проставляют номера позиций (из рабочей схемы движения зерна на элеваторе);

в) в графе «Время, ч» размер по горизонтали разбивают для суточного на 24 равные части (24 часа) и определяют масштаб времени M , ч/см.

3.3. Приступить к построению графика работы по выполнению конкретной операции следует начиная с выбора схемы маршрута этой операции.

Руководствуясь рабочей схемой движения зерна, проектирующий фиксирует для себя выбранный маршрут, одновременно определяя условные обозначениями, как, например, для представленных ниже возможных вариантов.

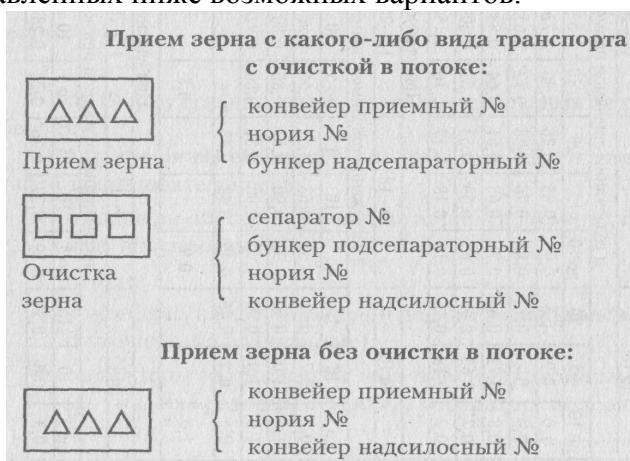


Рис.1 Условные обозначения

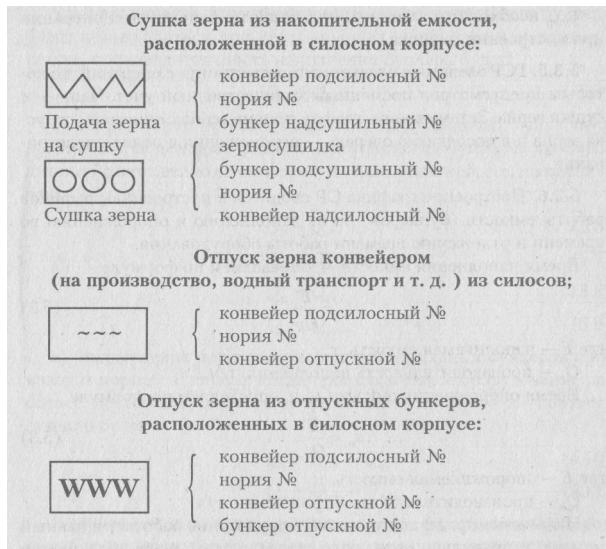


Рис.2 Условные обозначения

Для других конкретных случаев принцип выбора схемы маршрута сохраняется.

3.4 Если график строят по конкретным объёмам, то прежде чем приступить к построению графика выполнения определённой операции, следует определить время работы норий на этой операции $t_{\text{опер}}$ (ч) по формуле:

$$t_{\text{опер}} = \frac{A}{Q_{\Phi}},$$

где А – объем операции, т;

Q_{Φ} – фактическое производительность нории, т/ч;

$t_{\text{опер}}$ необходимо для контроля полноты выполнения операции при построении графика.

3.5 ГСР элеватора следует начинать строить с операций, по которым предусмотрен посменный количественный учет. Чаще — с сушки зерна. Затем строить график приема зерна с очисткой, отпуска зерна и в последнюю очередь — перемещения в целях проветривания.

3.6 Построение графика СР сводится к построению графиков работы емкости (бункеров) по их заполнению и опорожнению во времени и отложению времени работы оборудования.

Время наполнения емкости, ч, определяем по формуле:

$$t_h = \frac{E}{Q_h},$$

где Е – наполняемая емкость, т;

Q_h – производительность наполнения, т/ч.

Время опорожнения емкости t_0 , ч, определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{E}{Q_0},$$

где Е – опорожняемая емкость, т;

Q_0 – производительность опорожнения, т/ч.

Надо четко представить, какое оборудование работает в данный момент, и правильно определить производительность наполнения или опорожнения бункеров.

Примеры:

а) при очистке в надсепараторный бункер зерно подает нория с производительностью $Q_{\text{нр}}$. Одновременно работает сепаратор, забирая зерно из надсепараторного бункера с производительностью Q_c . Следовательно, производительность наполнения этого бункера будет:

$$Q_h = Q_{\text{нр}} - Q_c$$

По такой же формуле будет определяться и производительность наполнения надсушильного бункера, где вместо Q_c следует поставить Q_{cush} , (производительность сушилки).

Если наполнение надсепараторного или надсушильного бункера будет производиться при неработающих сепараторе или зерносушилке, производительность наполнения бункера будет

$$Q_h = Q_{hp}$$

б) опорожнение надсепараторных и надсушильных бункеров и наполнение подсепараторных и подсушильных бункеров производится соответственно сепаратором и зерносушилкой, т. е. в этих случаях:

$$Q_0 = Q_c$$

$$Q_0 = Q_{cush}$$

$$Q_h = Q_c$$

$$Q_h = Q_{cush}$$

в) опорожнение подсепараторных и подсушильных бункеров производят норией. В случае, когда технологическое оборудование работает, производительность опорожнения этих бункеров соответственно будет:

$$Q_0 = Q_{hp} - Q_c$$

$$Q_0 = Q_{hp} - Q_{cush}$$

В случае, когда сепаратор и сушилка при опорожнении бункеров не работают, производительность опорожнения подсепараторного и подсушильного бункеров будет:

$$Q_0 = Q_{hp}$$

г) при отгрузке зерна на ж/д транспорт надо учитывать число по дач и что время на загрузку одного четырехосновного вагона (70 т) равно 23 мин;

д) производительность отгрузки на автотранспорт из бункера следует принимать равной 20 т/ч.

3.7. Под графиком отдельной строкой приводят условные обозначения каждой операции. В этой же строчке целесообразно дать фактические значения времени на выполнение операции (t_ϕ) и объемов ее (E_ϕ). t_ϕ — подсчитываются по нориям, показанным на графике под условным обозначением этой операции, E_ϕ , т — рассчитывают по формуле:

$$E_\phi = Q_\phi t_\phi$$

где Q_ϕ — фактическая производительность нории на этой операции, т/ч.

Под суммирующей чертой записывают значения $\sum t_\phi$ и $\sum E_\phi$ по всем операциям.

Здесь же на свободном поле приводят значения 3 показателей:

K_t — коэффициента экстенсивного использования (во времени)

$$K_t = \frac{\sum t_\phi}{n\theta}$$

K_q — интегрального коэффициента использования (по производительности)

$$K_Q = \frac{\sum E_\phi}{n\theta Q_T},$$

где n — число основных норий;

θ — возможное время работы норий (в смену равно 8 ч, в сутки - 24 ч);

Q_T — паспортная производительность норий, т/ч;

K_{Icp} — среднее значение коэффициента использования

$$K_{Icp} = \frac{K_0}{K_t}$$

3.8. В пояснительной записке к графику производят все необходимые для построения записи и расчеты. Приводят значения коэффициентов: K_p , K_Q , $K_{Иср}$. Работу завершают выводами.

2.11 Лабораторная работа №14 (2 часа)

Тема: : «Расчет оборудования для хранения молока

2.11.1 Цель работы познакомиться с оборудованием для хранения молока и научиться рассчитывать основные параметры

2.11.2 Задачи работы: рассчитать и подобрать оборудование для хранения молока

2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор

2.11.4 Описание (ход) работы:

1. Изучить устройство оборудования для хранения молока.
2. Рассчитать вместимость емкостей для хранения молока и продолжительность их наполнения, использования и опорожнения.

Молоко, поступающее на перерабатывающие предприятия в заполненных полностью автоцистернах, принимают по объему без взвешивания. При поступлении молока во флягах или в неполных цистернах, а также при транспортировании по молокопроводу молоко взвешивают.

Пропускную способность (производительность) весов определяют по формуле:

$$\Pi_B = 60 \times G_B / Z_B, \text{ кг/ч},$$

где G_B – грузоподъемность весов, кг;

Z_B – продолжительность одного цикла взвешивания, мин.

В зависимости от марки и типа весов продолжительность цикла взвешивания составляет 3...7 мин.

Пересчет объема продуктов в массу выполняют с учетом их плотности:

$$G = V \rho_p, \text{ кг},$$

где V - объем продукта, м³;

ρ_p - плотность продукта, кг/м³.

Плотность цельного молока, обезжиренного молока и молочного жира составляет соответственно 1027, 1030 и 923 кг/м³.

Таблица 1 - Техническая характеристика молокоприемных баков

| Показатели | П6-ОРМ-0,5 | П6-ОРМ-1,0 | П6-ОРМ-2,0 |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|
| Рабочая вместимость, м ³ | 0,5 | 1,0 | 2,0 |
| Условный проход штуцера, мм | 50 | 50 | 50 |
| Толщина стенок, мм | 4 | 5 | 6 |

Технологический расчет оборудования для хранения молока заключается в определении общей вместимости емкостей, их марки и количества, а также продолжительности их наполнения, использования и опорожнения.

Вместимость емкостей для хранения необработанного молока может быть принята равной 100, 80 и 60% его суточного поступления соответственно для сырodelьных, городских молочных и молочно-консервных заводов.

Количество и марку емкостей подбирают, исходя из их технической характеристики (табл. 1,2).

При наполнении и опорожнении цистерн и емкостей с помощью насоса время выполнения этих операций τ одинаково:

$$\tau = V_p / \Pi_h, \text{ с},$$

где V_p - рабочая вместимость цистерны (емкости), м³;

Π_h - подача насоса, м³/с.

Таблица 2 - Техническая характеристика емкостей для хранения молока

| Показатели | B2-OMB-2,5 | B2-OMB-6,3 | B2-OMГ-4,0 | B2-OMГ-10 |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| Рабочая вместимость, м ³ | 2,5 | 6,3 | 4,0 | 10,0 |
| Исполнение | B* | B | Г | Г |
| Габаритные размеры, мм | | | | |
| длина | - | - | 2190 | 4450 |
| ширина (диаметр) | 1640 | 1950 | 2245 | 2125 |
| высота | 3165 | 3000 | 2260 | 2825 |
| Установленная мощность, кВт | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Масса (без молока), кг | 620 | 1290 | 990 | 2255 |

Примечание: исполнение: В- вертикальное Г- горизонтальное

В зависимости от типа емкостей время их опорожнения самотеком определяют по различным формулам.

Для вертикальных емкостей:

$$\tau_{оп} = 1,5 V_p / f \mu \sqrt{2gH}, \text{ с},$$

Для горизонтальных емкостей:

$$\tau_{оп} = 2 V_p / f \mu \sqrt{2gH}, \text{ с},$$

где f - площадь поперечного сечения патрубка, м²;

μ - коэффициент расхода жидкости, зависящий от ее вязкости (для молока $\mu = 0,7 \dots 0,75$);

g - ускорение свободного падения, м/с²;

H - высота уровня молока в емкости, м.

Время наполнения цистерн с помощью вакуумной системы определяют по уравнению:

$$\tau_{нап} = V_p / f \mu \sqrt{2g(H_y + \Delta p / \rho g)}, \text{ с},$$

где H_y - разность уровней, на которых расположены заполняемая и опорожняемая емкости, м;

Δp - перепад давлений в заполняемой и опорожняемой емкостях, Па.

Время использования емкостей для хранения молока зависит от интенсивности последующих технологических операций по его переработке.

Сменную пропускную способность емкостей определяют из выражения:

$$P_{ем} = V_p \tau_{см} / (\tau_{нап} + \tau_{хр} + \tau_{оп}), \text{ м}^3,$$

где: $\tau_{см}$ - продолжительность смены, ч;

$\tau_{хр}$ - продолжительность хранения (переработки) молока в емкости, ч.

В процессе хранения молока изменяется его температура. Поэтому конечную температуру молока после хранения t_k необходимо учитывать при разработке технологической схемы получения продукта:

$$t_k = [2kF\tau_{tp}(t_{cp} - t_h) + 2G_m c_m t_h] / 2G_m c_m + kF\tau_{tp},$$

где κ -коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С}^\circ)$, (для емкости с теплоизоляцией, автоцистерн, емкостей без теплоизоляции и неукрытых фляг равен соответственно 6,1,5-3; 1-2; 5-6; 9-14 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С}^\circ)$);

F - площадь поверхности емкости, м^2 ;

$t_{\text{тр}}$ - продолжительность хранения молока, с;

$t_{\text{ср}}$ - температура окружающей среды, С° ;

t_n - начальная температура молока, С° ;

G_m - масса молока, кг;

c_m - удельная теплоемкость молока, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{С}^\circ)$, зависит от температуры продукта и при $0,15,40 \text{ С}^\circ$ равна соответственно 3852, 3885 и 3956 $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{С}^\circ)$.

2. 12 Лабораторная работа 15-16 (4 часа)

Тема: Подбор и расчет холодильных камер

2.12.1 Цель: изучить методику расчета холодильных камер

2.12.2 Задачи работы : выбрать холодильную машину и определить площадь холодильника

2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор

2.12.4 Описание (ход) работы:

1. Расчет площади холодильной камеры. Если холодильная камера предназначена для хранения нескольких видов продуктов, то ее емкость может быть представлена в виде суммы максимальных количеств продуктов, а площадь – в виде суммы площадей, необходимых для размещения соответствующих максимальных количеств продуктов.

Площадь отдельных камер рассчитывается по формуле 1:

$$F = \frac{G\tau\beta}{g} \quad (1)$$

Где F -определенная площадь камеры, м^2 ;

G -суточный расход продукта, кг;

τ – срок хранения продукта, в сут;

g - удельная нагрузка на единицу полезной грузовой площади камеры, $\text{кг}/\text{м}^2$;

β – коэффициент увеличения камер ан проходы, размещение пристенных охлаждающих батарей (при проектировании холодильников предприятий этот коэффициент рекомендуется принимать для малых камер равным 2,2, для средних 1,8, для крупных 1,6)

По площади отдельные камеры стационарных холодильников должны быть не менее 5 м^2 . Высота отдельных камер от пола до изолированных балок или перекрытия (при безбалочных перекрытиях) в чистоте должна составлять не менее 2,4 м, но не более 3,5 м. Если высота этажа, где размещают холодильник, более 3,5 м, то камеры следует перекрыть самостоятельными подшивными потолками, над которыми должно быть свободно вентилируемое воздушное пространство. Наименьшая допустимая ширина тамбуров 1,6 м; при створчатых же дверях камер она должна быть не менее 2,2 м. Устройство порогов и ступенек в тамбурах не допускается.

2. Расчет изоляции. В качестве теплоизоляционного материала для стен, граничащих со смежными неохлаждаемыми помещениями, применяется пенополистирол марки ПСБ-С (ГОСТ 15588 - 70), для перегородок между камерами – пенобетон.

Для защиты теплоизоляционных конструкций от проникновения влаги принимается гидроизоляционный материал – битум.

Стены камер отделяются мраморной плиткой, которая обладает низкой влагопоглотительной способностью.

Расчет изоляции заключается в определении толщины изоляционного слоя, исходя из установленного нормативного значения коэффициента теплопередачи соответствующего ограждения.

Расчет толщины изоляции производится только для перегородок и перекрытий камер, которые находятся в наихудших температурно-влажностных условиях, в данном случае – мясорыбная камера. Для остальных ограждений толщина изоляции принимается равной полученной для данного вида конструкции.

Толщина изоляционного слоя ограждения камеры определяется по формуле (2)

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \left[\frac{1}{K_d} - \left(\frac{1}{a_h} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_v} \right) \right], \quad (2)$$

где K_d - нормативный коэффициент теплопередачи ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$, значение коэффициента теплопередачи принимаются согласно рекомендациям СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» и СНиП 2.11.02 87 «Холодильники».

a_h - коэффициент теплоотдачи от воздуха к наружной поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

a_v - коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности ограждения к воздуху данной камеры, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

$d_{\text{из}}, d_i$ - толщины изоляционного и других слоев материалов, составляющих конструкцию ограждения, м;

$\lambda_{\text{из}}, \lambda_i$ - коэффициенты теплопроводности изоляционного и других слоев материалов, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$.

Все полученные значения толщины изоляционного материала округляют до стандартной величины и определяют действительный коэффициент теплопередачи принятой конструкции ограждения по формуле (3)

$$K_d = \frac{1}{\left(\frac{1}{a_h} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_v} \right) + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}}} \quad (3)$$

Полученные значения действительного коэффициента теплопередачи увеличиваются на 10-20 %, так как при выполнении изоляционных работ трудно достичь совершенной плотности укладки изоляционного материала, вследствие чего его изолирующие свойства снижаются.

Таким образом, расчетный коэффициент теплопередачи будет определяться по формуле (5.3)

$$K_p = (1,1 \dots 1,2) K_d, \quad (4)$$

где K_p – расчетный коэффициент теплопередачи принятой конструкции ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

K_d – действительный коэффициент теплопередачи принятой конструкции ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$.

3. Расчет изоляции наружных стен. Строительно-изоляционная конструкция наружных стен представлена на рисунке 1.

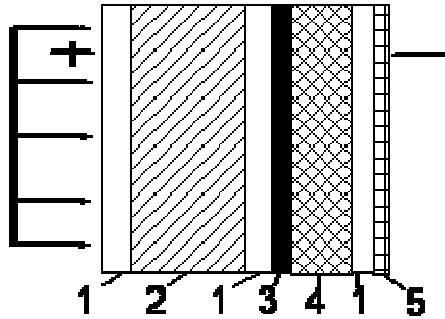


Рис. 1 – Строительно-изоляционная конструкция внутренней стены мясорыбной камеры:
1 – штукатурка, $\delta = 20$ мм, $\lambda = 0,9$ Вт/м \times град; 2 – кирпичная кладка, $\delta = 120$ мм, $\lambda = 0,7$
Вт/м \times град; 3 – пароизоляция (битум), $\delta = 4$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/м град; 4 – теплоизоляция
(пенополистирол), $\lambda = 0,04$ Вт/м град; 5 – отделочный слой (плитка), $\delta = 5$ мм, $\lambda = 2,2$
Вт/м \times град.

Расчет толщины изоляции ведется по формуле (2).

Действительный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (3).

Расчетный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (4).

Расчет толщины изоляции перегородки. Строительно-изоляционная конструкция стены представлена на рис. 2.

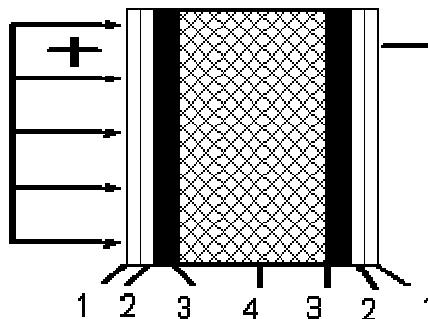


Рис. 2 Строительно-изоляционная конструкция перегородки между мясорыбной камерой и тамбуром: 1 – отделочный слой (плитка), $\delta = 5$ мм, $\lambda = 2,2$ Вт/м \times град; 2 – штукатурка, $\delta = 20$ мм, $\lambda = 0,9$ Вт/м \times град; 3 – пароизоляция (битум), $\delta = 4$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/м \times град; 4 – блоки (пенобетон), $\lambda = 0,12$ Вт/м \times град.

Расчет толщины изоляции ведется по формуле (2).

Действительный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (3).

Расчетный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (4).

Расчет толщины изоляции перекрытия между мясорыбной камерой и вышерасположенным помещением. Строительно-изоляционная конструкция перекрытия представлена на рис.3.

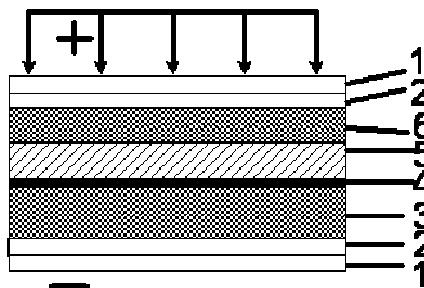


Рис. 3 Строительно-изоляционная конструкция перегородки между мясорыбной камерой и вышерасположенным помещением: 1 – Чистый пол, $\delta = 5$ мм, $\lambda = 2,2$ Вт/м \times град; 2 –

Штукатурка, $\delta = 20$ мм, $\lambda = 0,9$ Вт/м×град; 3 – теплоизоляция (пенополистирол) $\lambda = 0,04$ Вт/м×град; 4 – пароизоляция, $\delta = 4$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/м×град; 5 - ж/б плита покрытия, $\delta = 270$ мм, $\lambda = 1,45$ Вт/м×град; 6 – цементно-песчаная стяжка, $\delta = 40$ мм, $\lambda = 1,1$ Вт/м×град

Расчет толщины изоляции ведется по формуле (2).

Действительный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (3).

Расчетный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (4).

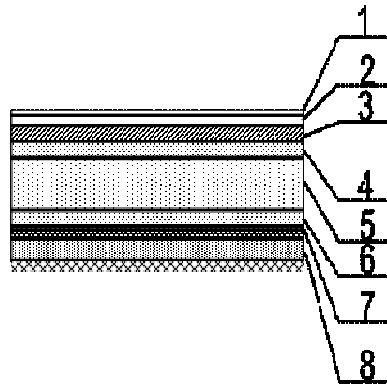


Рис. 4 Строительно-изоляционная конструкция пола:

1 –метлахская плитка, $\delta = 5$ мм, $\lambda = 2,2$ Вт/м×град; 2 – цементная стяжка, $\delta = 40$ мм, $\lambda = 1,1$ Вт/м×град; 3 – армированный бетон $\delta = 270$ мм, $\lambda = 1,45$ Вт/м×град; 4 – керамзитобетонная стяжка $\delta = 40$ мм, $\lambda = 0,16$ Вт/м×град; 5 керамзитовый гравий–, $\delta = 40$ мм, $\lambda = 0,16$ Вт/м×град; 6 цементный защитный слой, , $\delta = 20$ мм, $\lambda = 0,9$ Вт/м×град; 7- гидроизоляция (битум) $\delta = 4$ мм, $\lambda = 0,18$ Вт/м×град; 8-утрамбованный грунт со щебнем.

Расчет толщины изоляции перекрытия пола. Строительно-изоляционная конструкция пола представлена на рис. 4.

Расчет толщины изоляции ведется по формуле (2) для зоны на глубине до 3,5 м.

Действительный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (3).

Расчетный коэффициент теплопередачи рассчитывается по формуле (4).

4. Калорический расчет. Калорический расчет учитывает теплопритоки, влияющие на изменение температурного режима в охлаждаемых камерах. Расчет производится для каждой камеры отдельно, что позволяет подобрать камерное оборудование.

В калорическом расчёте учитываются следующие теплопритоки в каждую из охлаждаемых камер:

1. Q_1 - теплопритоки через ограждения камеры. Это приток тепла от наружной (по отношению к данной камере) среды путём теплопередачи вследствие разности температур наружной среды и воздуха внутри камеры $Q_{\phi 1}$ и приток тепла в результате солнечной радиации $Q_{\phi \phi 1}$.

2. Q_2 - теплоприток от грузов (от продуктов и тары) при их термической обработке. Для фруктовых холодильников вместо Q_2 находят Q_5 – теплоприток в результате дыхания фруктов.

3. Q_3 - теплоприток от наружного воздуха при вентиляции камеры.

4 Q_4 - эксплуатационные теплопритоки (при открывании дверей охлаждаемых камер, включении освещения, пребывании людей и т.п.).

Перечисленные теплопритоки изменяются в зависимости от времени года, сезонности поступления продуктов и по другим причинам. Поэтому допускаем, что максимумы всех рассчитанных теплопритоков совпадают по времени. В связи с этим холодильное оборудование должно быть выбрано так, чтобы обеспечивался отвод тепла

из камер при самых неблагоприятных условиях, т.е. при максимуме теплопритоков, равном сумме:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ Вт.} \quad (5)$$

Теплопритоки через ограждения (Q_1 , Вт) рассчитываются по формуле (6)

$$Q_1 = Q_{\phi 1} + Q_{\phi 1}, \quad (6)$$

где Q'_1 - теплопритоки путём теплопередачи вследствие наличия разности температур сред, находящихся по ту и другую сторону ограждения, Вт;

$Q_{\phi 1}$ - теплопритоки за счёт поглощения теплоты солнечной радиации, Вт.

Приток тепла через ограждение путём теплопередачи вследствие наличия разности температур ($Q_{\phi 1}$, Вт) определяется по формуле (7)

$$Q_{\phi 1} = K_p \cdot F \cdot (t_{cp} - t_b), \quad (7)$$

где K_p - расчётный коэффициент теплопередачи ограждения, подсчитанный раньше при расчёте толщины теплоизоляции (раздела 6), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ град})$;

F - теплопередающая поверхность ограждения, м^2 ;

t_{cp} - температура среды, граничащей с внешней поверхностью ограждения, $^{\circ}\text{C}$;

t_b - температура воздуха внутри камеры, $^{\circ}\text{C}$.

При подсчете теплопритока Q_{1ob} учитываются все теплопритоки в данную камеру кроме теплооттоков (отрицательные значения теплопритоков), чтобы камерное оборудование могло обеспечить необходимый температурный режим и в том случае, когда соседние низкотемпературные камеры отключены. Величина Q_{1km} камеры подсчитывается как алгебраическая сумма всех положительных значений теплопритоков через ограждение данной камеры и отрицательных только тех, которые обусловлены низкотемпературными камерами, подключенными к этому же компрессору, т.е. не принимается во внимание отток тепла в камеры, подключенные к другому компрессору.

Теплоприток от грузов Q_2 (продуктов и тары) определяются по формуле (8)

$$Q_2 = \left(G_{np} \cdot C_{np} + G_t \cdot C_t \right) \cdot \left(t_{np1} - t_{np2} \right) \frac{1}{\tau_{охл}} \cdot 3600, \quad (8)$$

где G_{np} , G_t – суточное поступление в охлаждаемую камеру продукта и тары соответственно, $\text{кг}/\text{сут}$;

C_{np} , C_t – удельная теплоемкость продукта и тары соответственно, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{град})$;

t_{np1} , t_{np2} – соответственно температура, с которой продукт поступает в камеру, и конечная температура продукта после термической обработки, $^{\circ}\text{C}$;

$\tau_{охл}$ – время охлаждения продукта до t_{np2} , ч.

Суточное поступление в охлаждаемую камеру продуктов G_{np} принимается в зависимости от продолжительности их хранения. Если продолжительность их хранения составляет 1 - 2 дня, то G_{np} принимается равным 100 %, при 3-4 -дневном хранении – 50...60 %, при более длительном хранении – 50...40 % от максимального количества данного продукта в камере Q , которое определяется как произведение суточного запаса (расхода) продукта G_{np} на срок его хранения t .

Суточное поступление тары принимается в размере 20% стальной, 15% для пластмассовой, 10% для картонной, 5% для полиэтиленовых пленок, 100% для стеклянной тары от суточного поступления продукта G_{np} .

При доставке охлажденных продуктов изотермическим транспортом $t_{np1} = 6\dots8^{\circ}\text{C}$ для средней и северной климатической зон. Если продукт поступает в неохлажденном состоянии, то температура t_{np1} , берется на $5\dots7^{\circ}\text{C}$ ниже расчетной температуры наружного воздуха t_h . Конечная температура продукта после термообработки t_{np2} принимается на

1...2 °C выше температуры воздуха в камере. Время охлаждения продукта $t_{охл}$ принимается равным 24 ч.

Эксплуатационные теплопритоки

Расчет холода Q_4 в ряде случаев, в том числе в калорических расчетах холодильников предприятий торговли и общественного питания, не рассчитывают, а принимают для камер площадью пола более 20 м² равным 20% Q_1 .

5. Расчет и выбор холодильной машины. Потребная холодопроизводительность холодильной машины с учетом потерь холода и коэффициента рабочего времени определяется по формуле (9):

$$Q_{0\text{обручен}} = \frac{\psi \sum Q_{km}}{v}, \text{ Вт}, \quad (9)$$

где $\sum Q_{km}$ – суммарный теплоприток в группу камер, представляющий собой полезную нагрузку компрессора, Вт;

ψ – коэффициент, учитывающий потери холода в установке (для систем с непосредственным охлаждением камер принимается равным 1,07);

v – коэффициент рабочего времени компрессора (0,75).

Выбирается холодильная машина с воздушным охлаждением конденсатора. Для выбора холодильной машины определяется температуры кипения и конденсации холодильного агента и температура окружающего воздуха.

Температура кипения холодильного агента для фреоновых холодильных машин принимается на 14...16 °C ниже температуры воздуха в камере. Температура конденсации для конденсаторов с воздушным охлаждением принимается на 10...12 °C выше температуры воздуха в машинном отделении.

$$\text{Температура кипения хладагента } t_o = t_B - (14 \div 16) = -3 - 16 = -19^{\circ}\text{C},$$

$$\text{Температура конденсации хладагента } t_k = t_{окр} + (10 \div 12) = 22 + 10 = 32^{\circ}\text{C},$$

По техническим характеристикам зная температуру кипения и величину Q_0 брутто выбирается холодильная машина.

По техническим характеристикам $Q_0 = (t_o, t_{окр})$ определяется рабочая холодопроизводительность холодильных агрегатов.

Ля выбранных машин определяется предварительно коэффициент рабочего времени по формуле:

$$v' = \frac{\psi \cdot \sum Q_{km}}{Q_{op}}, \quad (10)$$

где $\sum Q_{km}$ – суммарный теплоприток в группу камер, представляющий собой полезную нагрузку компрессора и определенный по итогам калорического расчета, Вт;

ψ – коэффициент, учитывающий потери холода в установке;

Q_{op} – рабочая холодопроизводительность, которую может обеспечить данная машина, определяется из графических характеристик, Вт.

Величина коэффициента рабочего времени v холодильных машин должна быть в пределах от 0,4 до 0,8.

6. Распределение испарителей по камерам. Для распределения испарителей по камерам соответственно тепловым нагрузкам, надо определить потребную теплопередающую поверхность по формуле:

$$F_u = \frac{Q_{ob}}{K_u \cdot \theta}, \text{ м}^2, \quad (11)$$

где Q_{ob} – суммарный теплоприток в камеру, представляющий собой максимальную тепловую нагрузку на камерное оборудование (испаритель), определенный в результате калорического расчета, Вт;

K_u – коэффициент теплопередачи камерного оборудования, Вт/(м² град);

θ - расчетная разность температур между воздухом и холодильным агентом, °С.

Величина коэффициента теплопередачи K_u принимается для ребристотрубных батарей 2...4 Вт/(м² град), а расчетная разность температур составляет 14...16 °С.

7. Проверочный тепловой расчет холодильной установки. Температура кипения, средняя за весь цикл, если машина охлаждает одну камеру:

$$t_{op} = t_B - \frac{Q_{km}}{K_u F_u}, ^\circ C, \quad (12)$$

где t_B – температура воздуха в камере, °С;

Q_{km} – общий теплоприток в камеру, определяющий нагрузку компрессора, Вт;

F_u – поверхность испарительных батарей в камере, м²;

K_u – коэффициент теплопередачи камерного оборудования, Вт/(м²*град).

Температура кипения, средняя за весь цикл, если машина охлаждает n камер, находится по формуле:

$$t_{op} = \frac{K_{H1} \cdot F_{H1} \cdot t_{B1} + K_{H2} \cdot F_{H2} \cdot t_{B2} + \dots + K_{Hn} \cdot F_{Hn} \cdot t_{Bn} - \sum Q_{km}}{K_{H1} \cdot F_{H1} + K_{H2} \cdot F_{H2} + \dots + K_{Hn} \cdot F_{Hn}}, ^\circ C, \quad (13)$$

где $t_{B1} \dots t_{Bn}$ – температура в соответствующих камерах, °С;

$F_{H1} \dots F_{Hn}$ – поверхность испарительных батарей в соответствующих камерах, м²;

$K_{H1} \dots K_{Hn}$ – коэффициенты теплопередачи камерного оборудования в соответствующих камерах, Вт/(м²*град);

ΣQ_{km} – суммарный теплоприток в группу камер, представляющий собой полезную нагрузку компрессора, Вт.

Для машин малой холодопроизводительности, работающих на охлаждение камер с температурой воздуха от -2°C до +4°C, температура кипения, средняя за рабочую часть цикла, t_{op} определяется следующим образом:

$$t_{op} = t_{op} - 3, ^\circ C \quad (14)$$

По технической характеристике находится величина действительной рабочей холодопроизводительности машины, соответствующая значению средней температуры кипения за рабочую часть цикла. Затем определяется действительный коэффициент рабочего времени компрессора холодильной машины.

$$b = \frac{\psi \sum Q_{km}}{Q_{op}}, \quad (15)$$

Для агрегатов, имеющих конденсатор с воздушным охлаждением, необходимо проверить, правильно ли выбрана температура конденсации. Для этого вначале определяется тепловая нагрузка конденсатора по формуле:

$$Q_{kD} = Q_{op} + N_3 \cdot \eta_3 \cdot \eta_n \cdot \eta_{max} \cdot Bm, \quad (16)$$

где N_3 – электрическая мощность, потребляемая электродвигателем, Вт;

$\eta_{\text{Э}}$, η_{n} , $\eta_{\text{мех}}$ – коэффициенты полезного действия соответственно: электродвигателя, передачи вращения двигателя на вал компрессора и механический КПД компрессора.

Действительная температура конденсации определяется по формуле:

$$t_x = t_{\text{окр}} + \frac{Q_{\text{КД}}}{K_{\text{КД}} \cdot F_{\text{КД}}}, {}^{\circ}\text{C} \quad (17)$$

где $t_{\text{окр}}$ – температура в машинном отделении, ${}^{\circ}\text{C}$;
 $K_{\text{КД}}$ – коэффициент теплопередачи конденсатора, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;
 $F_{\text{КД}}$ – теплопередающая поверхность конденсатора, м^2 .

Величина коэффициента теплопередачи конденсатора с принудительным воздушным охлаждением принимается $30 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$.

2.13 Лабораторная работа №17-18 (4 часа)

Тема: : Расчет камер для хранения фруктов и овощей в РГС

2.13.1 Цель работы: научиться производить расчет регулирования состава газовой среды в холодильных камерах для фруктов и овощей с РГС

2.13.2 Задачи работы: рассчитать расчетную производительность и время создания заданного режима в камере РГС

2.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор

2.13.4 Описание (ход) работы:

Примеры расчета регулирования состава газовой среды в холодильных камерах для фруктов и овощей с РГС

Таблица 1 - Исходные данные для расчета

| Показатели | Вариант А | Вариант Б |
|--|---------------------|-----------|
| Количество камер с РГС в составе холодильников | 3 | |
| Размеры камеры, м (вар. А) | (11,2×11,6×6,6 (H)) | |
| Размеры камеры, м (вар. Б) | 11,2×17,6×6,6 (H) | |
| Площадь камеры, м^2 | 129 | 196 |
| Внутренний объем камеры, м^3 | 851,4 | 1300 |
| Вместимость камеры, т | 165 | 264 |
| Хранимый продукт | | Яблоки |
| Время переключения камер, ч | 0,16 | |
| Интенсивность дыхания продукта (средняя), ${}^{\circ}\text{C}$ | 2 | |
| Интенсивность дыхания продукта, $\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{т}$ | | 0,00266 |
| Заданный состав (в %) газовых сред в камерах: | | |
| кислород | 3 | |
| углекислый газ | 5 | |
| Допустимые пределы отклонений концентрации | | 1 |

| | |
|--|--------|
| Время загрузки камер, сутки | 5 - 15 |
| Допустимое время выхода камеры на заданный газовый | 24 |
| Коэффициент герметичности, ч-1 | 0,004 |

Вариант 1: Расчетное время формирования газовой среды по кислороду в герметичных камерах с РГС определяется по формуле (1).

$$\tau_t = \frac{1,48 * V * (C_{O_1}^h - C_{O_1}^k)}{M * R_m}, \text{ ч} \quad (1)$$

где $C_{O_1}^h$, $C_{O_1}^k$ - объемная концентрация кислорода в газовой среде камеры в долях от суммарной концентрации, принимаемой за 1, в начале и конце расчетного периода вывода камеры на режим или его корректировку в процессе хранения;

V - внутренний объем камеры, м³;

M - вместимость камеры (нетто), т;

R_t - интенсивность дыхания продукции при заданной температуре хранения, м³/т*ч;

τ_t , τ_k - время вывода камеры на режим и время изменения концентрации кислорода в камере допустимых пределах ($\pm 1\%$), ч. (Расчетная концентрация углекислого газа в камере принята равной 5 %, так как при режиме хранения в газовой среде, содержащей 5 % CO₂, 3 % O₂ и 92 % N₂, интенсивность дыхания фруктов и овощей минимальная.)

Следовательно, необходимо использовать систему искусственного регулирования газовой среды в камере. Время выхода камеры на допустимую концентрацию кислорода ($+1\%$) определяют по формуле (2).

Расчетное время изменения концентрации кислорода в поолугерметичных холодильных камерах определяется по формуле:

$$\tau_k = \frac{0,102 * V * (C_{O_1}^h - C_{O_1}^k)}{M * R_m * (0,135 - C_{O_1}^k)}, \text{ ч} \quad (2)$$

Таким образом, рациональный режим работы генератора в период корректировки односменный.

Рассматривается случай генерирования газовой среды проточным генератором по формулам (3) и (4), определяется требуемая производительность генератора в период вывода камеры на режим и его корректировки в фазе хранения.

Расчетную производительность отечественных генераторов проточного типа определяют по следующим формулам:

$$Q = 2,12 * \frac{V - 1,6M}{\tau_e}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3)$$

Корректировка режима:

$$Q = 0,35 * \frac{V - 1,6M}{\tau_k}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4)$$

где M - масса продукции в камере (нетто), т;

Q - производительность генератора, м³/ч;

V - внутренний объем камеры, м³;

τ_e и τ_k - соответственно время вывода на заданный режим и время корректировки режима, ч.

При выводе формул приняты следующие граничные условия: концентрация O₂ в воздухе - 20,6 %; концентрация O₂ на выходе из генератора - 0,6 %; заданная концентрация O₂ в камере - 3 %; допустимое увеличение концентрации O₂ в камере - 1 %.

При выводе на режим

$$Q = 2,12 * \frac{851,4 - 1,6 * 165}{24} = 51,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При корректировке режима в трех камерах

$$Q = 0,35 * \frac{(851,4 - 1,6 * 165) * 3}{7} = 88,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При использовании проточного генератора УРГС-2Б его производительность принимается за $100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Определяется время вывода камеры с РГС на режим и его корректировки по формуле (5).

$$\tau_B = \frac{2,12 * (V - 1,6 * M)}{Q}, \text{ ч} \quad \tau_K = \frac{0,35 * (V - 1,6 * M)}{Q}, \text{ ч}$$

При выводе на режим:

$$\tau_B = 2,12 * \frac{851,4 - 1,6 * 165}{100} = 12,4, \text{ ч}$$

При корректировке режима в трех камерах:

$$\tau_K = 0,35 * \frac{(851,4 - 1,6 * 165) * 3}{100} = 6,17, \text{ ч}$$

Общее время работы генератора в сутки в период хранения яблок составит:

$$\Sigma \tau = \tau_K + \tau_{\text{пер}} + \tau_p = 6,17 + 2 \cdot 0,16 + 1,0 = 7,5 \text{ ч} (< 8 \text{ ч}).$$

Следовательно, режим работы генератора УРГС-2Б в период хранения яблок в холодильнике вместимостью 495 т (165×3) односменный.

Вариант 2. По формуле (1) определяют расчетное время формирования газовой среды по кислороду в камерах с РГС:

$$\tau_T = \frac{1,48 * 300 * (0,206 - 0,03)}{264 * 0,00266} = 482,2 \text{ ч} (> 20 \text{ суток})$$

Используется система искусственного регулирования газовой среды в камерах. По формуле (2) определяют время изменения концентрации кислорода в камере до допустимого уровня (+1 %):

$$\tau_K = \frac{0,102 * 1300 * 0,01}{264 * 0,00266 * 0,135} = 18, \text{ ч}$$

Рациональный режим работы генератора в период корректировки режима односменный.

Генерирование газовых сред в камерах с РГС предусматривается генератором проточного типа. По формулам (3) и (4) определяют его требуемую производительность в период вывода камеры на режим и его корректировки в фазе хранения.

При выводе на режим

$$Q = 2,12 * \frac{1300 - 1,6 * 264}{24} = 77,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При корректировке режима в трех камерах

$$Q = 0,35 * \frac{(1300 - 1,6 * 264) * 3}{7} = 131,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Производительность проточного генератора УРГС-2Б ($100 \text{ м}^3/\text{ч}$) не обеспечивает корректировки режима в трех камерах.

Рассматривается случай использования рециркуляционного генератора газовых сред. По формуле (5) определяют его требуемую производительность в период вывода и корректировки газового режима в камерах.

$$Q = 0,028 \cdot (V - 1,6M) \cdot (1 + 15/\tau), \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (16)$$

Камеры полугерметичные - $K \leq 0,004 \text{ ч}^{-1}$; расчетный режим по кислороду 3 %; предел увеличения концентрации кислорода 1 %.

При выводе на режим

$$Q = 0,028(1300 - 1,6 \cdot 264) \cdot (1 + 15/24) = 39,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При корректировке режима в трех камерах

$$Q = 0,028(1300 - 1,6 \cdot 264) \cdot 3 \cdot (1 + 15/7) = 231,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рециркуляционным генератором РГГС-400 производительностью 400 м³/ч при расходе сжиженного газа (пропан) 24 м³/ч можно осуществлять корректировку в трех камерах.

По формулам (6) и (7) определяют время работы генератора в период вывода и корректировки режима в камерах с РГС.

Время работы камеры с РГС на требуемый режим и его корректировку по кислороду рециркуляционным генератором также можно определить по формулам:

Сжиженный газ (пропан)

$$\tau_k = 0,042 \frac{V - 1,6 * M}{q_r^c}, \text{ ч} \quad (6)$$

$$\tau_k = 0,0024 \frac{V - 1,6 * M}{q_r^c}, \text{ ч}$$

q_r^c, q_r^n - расход газа соответственно сжиженного и природного, м³/ч.

При выводе на режим

$$\tau_k = 0,042 \frac{1300 - 1,6 * 264}{2,4} = 15,4, \text{ ч}$$

При корректировке режима в трех камерах -

$$\tau_k = 0,0024 \frac{(1300 - 1,6 * 264) * 3}{2,4} = 2,63, \text{ ч}$$

Общее время работы генератора в сутки в период хранения яблок составляет:

$$\Sigma \tau = \tau_k + \tau_{\text{пер}} + \tau_p = 2,63 + 2 \cdot 0,16 + 1,0 = 3,95 \text{ ч}.$$

Следовательно, режим работы генератора РГГС-400 в период хранения яблок в холодильнике с РГС вместимостью 792 т (3×264) односменный

2.14 Лабораторная работа №19(2 часа)

Тема: Определение емкости буртов, траншей площади участка для их размещения.

2.14.1 Цель работы: научиться рассчитывать емкость буртов, траншей и площадь участка для их размещения.

2.14.2 Задачи работы: рассчитать необходимое количество буртов и траншей для закладки на хранение картофеля и овощей

2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. калькулятор
2. схема буртовых площадок

2.14.4 Описание (ход) работы:

Площадь для размещения буртов и траншей определяют, исходя из емкости одного бурта или траншеи и той площади, которую они занимают.

Емкость одного бурта (траншеи) в тоннах равна произведению объема их в кубических метрах на объемную (насыпную) массу продукции (в кг/м³), (таблица 1.)

Объем бурта или траншеи (м³) рассчитывают по формулам:

для наземного бурта (без котлована):,

$$O=Ш*B*(Д-1)/2,$$

для бурта с котлованом :

$$O=Ш*B*(Д-1)/2+Д*Ш*Г,$$

где Д - длина бурта, м;

Ш - ширина бурта, м;

В - высота бурта в гребне, м;

Г - глубина котлована, м.

Таблица 1 - Средняя насыпная плотность 1 м овощной продукции

| Вид продукции | Масса, кг |
|---|-----------|
| Картофель | 650-700 |
| Морковь насыпью | 550-600 |
| Морковь с переслойкой песком (без массы песка) | 400 |
| Свекла | 600 |
| Редька | 600 |
| Капуста лежких (плотнокочанных) сортов (Амгер,) | 450-500 |
| Капуста рыхлокочанных сортов (Слава) | 350-400 |
| Лук-репка | 550-600 |

При вычислении объема надземной части бурта вносят поправку на торцовые откосы, которые заполнены продукцией только на половину. Поэтому длину бурта, измеренную по основанию, уменьшают на единицу (1 м).

Для определения объема траншеи умножают её длину на ширину и высоту (глубину) слоя загрузки овощей (таблица 2). Если стени траншеи имеют откос, то определяют среднюю ширину траншеи (измеряют ее вверху и делят сумму на 2).

Зная емкость бурта (траншеи), легко определить необходимую площадь земельного участка для размещения заданного количества продукции.

Бурты обычно размещают на участке попарно, между парой буртов оставляют проезды шириной 8 м, а между буртами - проходы шириной 6 м.

Пример: Определить массу картофеля в бурте с котлованом глубиной 0,2м, длиной 15м, шириной 2м, высотой загрузки 1м (над поверхностью земли) с тремя вытяжными трубами и приточным трехгранным каналом по длине бурта.

Объем надземной части равно:

$$\frac{14*2*1}{2} = 14\text{м}^2$$

$$\text{Объем котлована} = 15*2*0,2 = 6\text{м}^3$$

Объем составляет 14+6=20м³. Из этого объема следует вычесть объем, занимаемый вентиляционными трубами (по 0,04м³ каждая), и объем приточного канала (по 0,1м³ на 1м).

$$3*0,04=0,12\text{м}^3$$
$$15*0,1=1,5\text{м}^3$$

Таким образом, чистый объем картофеля в бурте:

$$20-1,6=18,4\text{м}^3,$$

а емкость бурта при объемной массе картофеля 700кг/м равна 13т.

$$700* 18,4= 12880= 13 \text{ т}$$

Определяем необходимую площадь земельного участка.

С учетом ширины проходов и проездов для одного бурта необходима площадь:

подлине $15+4+3=22\text{м}$,

по ширине $2+4+3=9\text{м}$.

Следовательно, для размещения одного бурта требуется площадь : $22*9= 198\text{м}^2$;

отсюда площадь для 1т картофеля:

$$198: 13 = 15,23 \text{ м}^2,$$

для 600т: $15,23 * 600 = 9138 \text{ м}^2$, или 0,91 га

количество буртов: $9138 : 198 = 46,15 \text{ шт}$

Таблица 2 - Типовые размеры полевых хранилищ по районам страны

| Район | Картофель, корнеплоды | | |
|---|-----------------------|--------------------|-------------|
| | Размер котлована, м | | |
| | ширина | глубина | длина |
| Бурты | | | |
| Южный | 1,0-1,2 | 0-0,2 | 12-15 |
| Северо-Западный | 1,5-2,0 | 0-0,2 | 15-20 |
| Нечерноземная зона | 2,0-2,2 | 0,2-0,4 | 15-20 |
| Уральский, Поволжский | 2,3-2,5 | 0,3-0,6 | 20-30 |
| Западно-Сибирский | 2,5-3,0 | 0,3-0,6 | 20-30 |
| Траншеи | | | |
| Южный | 0,6-1,0 | 0,5-0,6 | 5-10 |
| Северо-Западный | 0,8-1,2 | 0,6-0,8 | 8-15 |
| Нечерноземная зона | 0,8-1,2 | 0,9-1,2 | 10-15 |
| Уральский, Поволжский | 1,0-1,5 | 1,0-1,5 | 10-20 |
| Западно-Сибирский | 1,0-2,0 | 1,0-1,5 | 10-20 |
| Район | Капуста | | |
| | Размер котлована, м | | |
| | ширина | глубина | длина |
| Бурты | | | |
| Южный | 1,0-1,2 | 0 | 8-10 |
| Северо-Западный | 1 4-1,6 | 0-0,2 | 10-12 |
| Нечерноземная зона Уральский, Поволжский | 1,8-2,0 2,0- 2,2 | 0-0,2 0,2-0,4 | 10-12 14-18 |
| Западно-Сибирский | 2,0-2,5 | 0,2-0,4 | 14-18 |
| Траншеи | | | |
| Южный | 0,4-0,6 | 0,4-0,6 | 5-8 |
| Северо-Западный | 0,6-0,8 | 0,6-0,8 | 8-12 |
| Нечерноземная зона Уральский, Поволжский | 0,8-1,0 1,0-1,2 | 0,8-1,0 1,0-1,5 | 10-12 10-15 |
| Западно-Сибирский | 1,0-1,2 | 1,0-1,5 | 10-15 |

Высота корнеплодов и картофеля от 2,5 до 3 м