

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

КАФЕДРА «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

**Практикум**

по выполнению практических работ

по дисциплине

«Основы комплексной переработки и хранения растительного сырья»

Ростов-на-Дону

2025г

УДК 664.7\_\_

Составители:Т.И. Тупольских, А.А.Ерошенко

Практикум по выполнению практических работ по дисциплине «Основы комплексной переработки и хранения растительного сырья». ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2025 г.

В практикуме кратко изложены теоретические вопросы, необходимые для успешного выполнения практических работ, рабочее задание и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначено для обучающихся (форма обучения) по направлению подготовки (шифр)19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

УДК \_664.7

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск:

зав. кафедрой «Техника и технологии пищевых производств»  
ответственного за реализацию ОПОП) канд. техн. наук, доцент Т.И. Тупольских

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать \_\_.\_\_.20\_\_ г.

Формат 60×84/16. Объем \_\_ усл. п. л.

Тираж *50* экз. Заказ № (*указывает ИЦ ДГТУ)*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2025

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Практикум представляет собой комплекс рекомендаций по выполнению практических работ по дисциплине «Основы комплексной переработки и хранения растительного сырья».

Компетенции, индикаторы достижения компетенций, уровни освоения «знать – уметь – владеть» указаны в рабочей программе дисциплины и в оценочных материалах (оценочных средствах) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

В процессе изучения дисциплины студент обязан активно использовать все формы обучения: посещать *лекции* и практические занятия, получать консультации преподавателя и выполнять все виды самостоятельной работы, предусмотренной учебным планом и рабочей программой дисциплины.

Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. Следует иметь в виду, что все разделы и темы изучаемой дисциплины являются в равной мере важными и часто взаимосвязаны. Как и в любой другой науке, нельзя приступать к изучению последующих разделов, не усвоив предыдущие.

**Практические занятия** являются важной формой обучения, способствующей углублению теоретических знаний студентов и направлены на закрепление полученного в ходе *лекционных занятий* и самостоятельной работы материала. Практические занятия направлены на приобретение обучающимися необходимых навыков посредством обсуждения основных вопросов курса, решения задач, выполнения заданий, ответами на вопросы преподавателя, подготовки сообщений. Дидактическая цель практических работ – формирование у обучающихся профессиональных умений и навыков, необходимых для изучения *последующих учебных дисциплин*.

Целями проведения **практических занятий**, являются:

* + - обобщение, систематизация, углубление, применение полученных теоретических знаний обучающимися;
    - формирование компетенций (части компетенций) познавательной деятельности обучающимися (критическое мышление; исследование внешней среды для выявления ее возможностей и ресурсов; разрешение проблемных ситуаций, умение структурировать и преобразовывать информацию; способность к приращению накопленных знаний);
    - выработка у обучающихся профессионально значимых качеств (способность обучаться самостоятельно; готовность решать сложные вопросы, проявлять творческую инициативу и пр.);
    - приближение практических заданий к реальным условиям работы того или иного специалиста;

**При подготовке к практическим занятиям студентам следует:**

* + ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;
  + внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному занятию, ознакомиться с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
  + уяснить, какие учебные элементы остались неясными и постараться получить на них ответ у преподавателя;

Практические занятия по дисциплине могут проводиться в различных формах *(занятие-дискуссия, устный опрос, собеседование, круглый стол, тренинг, решение задач, выполнение коллективных, либо индивидуальных заданий и т.п. Вставить свою форму проведения, либо выбрать из перечисленного),* они дают возможность непосредственно понять алгоритм применения теоретических знаний, излагаемых в учебной литературе и на лекциях. Поэтому студент должен активно участвовать в выполнении всех видов практических работ.

**Работа I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ**

**Цель работы:** ознакомление с методами оценки сыпучести зерновой массы разных культур по величине угла естественного откоса

**Теоретические основы:**

Зерновые массы обладают определенными физическими свойствами, которые необходимо учитывать в практике хранения. К таким свойствам относят; сыпучесть, плотность, скважистость, гигроскопичность и др.

Студенту следует ознакомиться с методами определения некоторых физических свойств, а также изучить влияние различных факторов на их величины.

Сыпучесть имеет большое практическое значение.

Сыпучесть характеризуется углом естественного откоса и углом трения зерна о поверхность материала.

Под углом естественного откоса понимают угол между диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении зерновой массы на горизонтальную плоскость.

Угол трения зерновой массы о поверхность - это наименьший угол, при котором зерно начинает самотеком двигаться по наклонной плос­кости.

Величина утла естественного откоса для зерна различных культур и различного качества колеблется от 20 до 45°.

Угол естественного откоса зерновой массы определяют методом высыпания из воронки, из ящика с выдвижной стенкой, а также методом свободного расположения зерновой массы в четырехгранном сосуде.

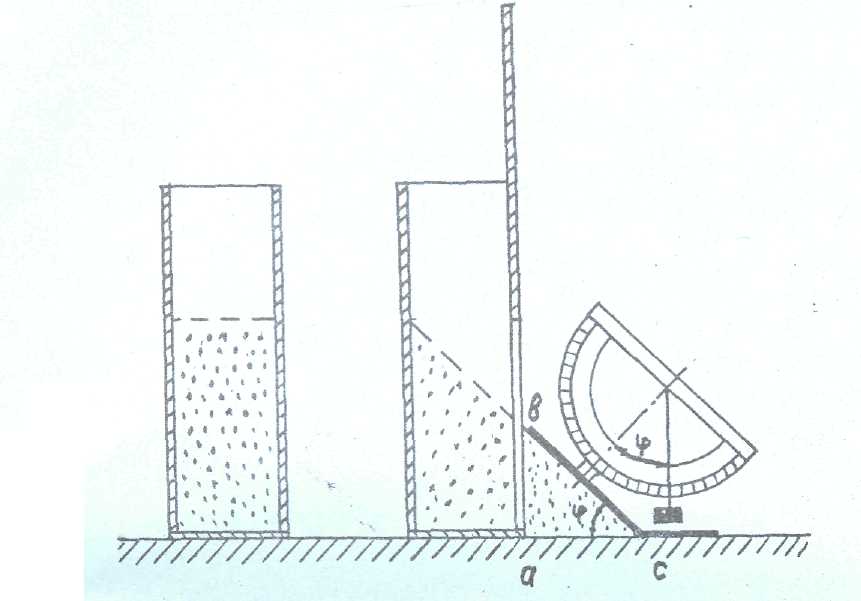
**Методика определения**

Исследуемую зерновую массу помещают в деревянный ящик с выдвиж­ной стенкой, после чего плавным движением поднимают переднюю стенку. Нельзя допускать толчков при подъеме стенки, так как это может иска­зить результаты измерения.

Зерно, высыпаясь из ящика, располагается под углом естественно­го откоса γ, образуя в разрезе прямоугольный треугольник авс (рис.1),

Определив с помощью имеющихся на приборе делений величину про­тиволежащего ( *ав* ) и прилежащего *(ас* ) катетов треугольника, находят тангенс угла γ

Величину угла *γ* являющегося углом естественного откоса зерна, находим по таблице тангенсов (приложение I).



Определение угла естественного откоса зерновой массы в ящике с выдвижной стенкой

**Задание:**

**1.** Определить угол естественного откоса зерна:

а) для двух различных культур (пшеница, горох, просо, рис, кукуруза);  
б) сухого и сырого зерна пшеницы, ячменя, риса, гороха.

**Контрольные вопросы:**

1. Основные факторы, влияющие на сыпучесть зерна.

2. Какова величина угла естественного откоса зерна различных культур.

**Работа 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКВАЖИТОСТИ И ПЛОТНОСТИ УКЛАДКИ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ**

**Цель работы:** Ознакомление с методами определения скважистости зерновой массы

**Теоретические основы:**

Часть объема зерновой массы, занятая зернами и другими твердыми частицами (примеси, семена других культурных растений и пр.), называется *плотностью укладки* зерна. Остальная часть объема зерновой массы, заполненная воздухом, называется *скважистостью.*

Плотность укладки зерна и скважистость выражается в процентах от общего объема зерновой массы.

Плотность укладки (t) и скважистость (S) выражается следующими формулами ( в %):

где *V*  истинный объем твердых компонентов зерновой массы, см3 ;

W - общий объем зерновой массы, см3.

Для зерновых масс различных культур величина скважистости колеблется в пределах от 30 до 70%.

1*.* С помощью литровой пурки определяют натуру зерна.

2. Определяют объем собственно зерна, находящегося в пурке (V)**.**

Для этого берут 2 параллельных навески по 20 г.

Объем зерна каждой навески определяют, погружая ее в цилиндр с заранее отмеренным количеством толуола или бензина. По повышению уровня жидкости в цилиндре узнают объем занимаемый 20 г зерна. Для мелкосеменных культур (пшеница, просо, гречиха и т.д.) доста­точно налить в цилиндр 40-50 мл жидкости, а для крупносеменных – больше, в зависимости открупности семян.

Берут среднее арифметическое значение из 2-х параллельных опре­делений и по нему рассчитывают объем *V* для всего количества зер­на, помещающегося в литровом объеме пурки.

3. Рассчитывают величину скважистости и плотности зерновой' массы.

Пример расчета

Натура зерна - 710 г.

Общий объем (W) для 710 г зерна =1000мл.

Объем собственно зерна в 20 г навески= 16 мл.

Найдем объем собственного зерна (V) в 710 г навески:

V=

Скважистость зерновой массы(S) будет равна:



Плотность укладки зерновой массы (t) будет равна:



**Контрольные вопросы:**

1. Основные факторы, влияющие на скважистость зерновой массы.
2. Практическое значение различной скважистости зерновой массы.

**Работа 3. Определение возможности активного вентилирования зерна**

**Цель работы:** Научиться определять целесообразность или нецелесообразность активного вентилирования зерна

**Теоретические основы:**

Активное вентилирование – это продувание воздуха через зерновую массу без ее перемещения. Воздух вентиляторами через систему каналов или труб нагнетается в зерновую массу.

Цели активного вентилирования многообразны. Оно проводится для предотвращения и ликвидации самосогравания зерна, его охлаждения и промораживания. Вентилирование насыпи теплым с низкой относительной влажностью воздухом позволяет подсушивать зерно, ускорить прохождение послеуборочного дозревания, дегазировать зерно после обработки фумигантами. Этот способ обработки устраняет механические повреждения и распыл, вызываемые перемещением зерна, и является выгодным в технологическом и экономическом отношениях.

При проведении вентилирования необходимо решить следующие вопросы:

1. Возможно ли вентилирование при данной относительной влажности и температуре наружного воздуха?
2. С какой интенсивностью нужно вентилировать зерно?
3. Определить скорость снижения температуры зерна и продолжительность охлаждения
4. определить скорость и продолжительность сушки зерна.

**Методика определения.**

При соприкосновении с воздухом зерно всегда стремится приоб­рести равновесную влажность и температуру, соответствующую данной относительной влажности и температуре воздуха.

Активное вентилирование с целью подсушивания возможно, когда фактическая влажность зерна выше равновесной. В этом случае будет происходить подсушивание зерна. Если же фактическая влажность зерна ниже, чем равновесная, то зерно увлажнится - вентилировать нельзя.

Когда вентилирование проводится с целью охлаждения зерна, то его разновесная влажность может быть ниже или равна фактической влажности, а температура воздуха ниже температуры зерна.

Прежде чем приступить к активному вентилированию зерна, необходимо определить его температуру и влажность и измерить с помощью психрометра температуру наружного воздуха.

Возможность применения активного вентилирования или иного спо­соба проветривания зерновой массы устанавливают, определяя равновесную влажность зерна с помощью специальных номограмм или таблиц.

Одна номограмма предназначена для определения равновесной влажности зерна при температуре воздуха выше 0°, а другая номограмма - при температуре ниже 0°С.

На каждой из них имеется 5 шкал, на которых нанесены:

1. Температура воздуха по, сухому термометру.

2, Температура воздуха по смоченному термометру.

8. Абсолютная влажность воздуха в мм ртутного столба.

4. Температура зерна.

5, Равновесная влажность зерна.

Пользование номограммой: наложить на номограмму линейку так, чтобы она соединяла показания сухого и смоченного термометров на шкалах 1, 2 и при этом пересекала шкалу 3. В точке пересечения шка­лы 3 находят величину абсолютной влажности воздуха. Затем соединяют линейкой эту точку с точкой, соответствующей температуре зерна на шкале 4 так, чтобы линейка пересекла шкалу 5. В точке пересечения шкалы 5 находят величину равновесной влажности зерна. Сравнив ее с фактической влажностью зерна, узнают, будет ли оно увлажняются или подсушиваться при вентилировании.

Во время вентилирования нужно периодически проверять равновесную влажность зерна. При установившейся погоде ее определяют не реже, чем через 6 часов, а при переменной погоде – через 3 часа и чаще.

В случаях, когда нет возможности определить равновесную влажность зерна (отсутствие психрометра, номограмм), вентилирование проводят при условии, что температура наружного воздуха ниже температуры зерна на 4-5 0С и более. В дождливую и туманную погоду разница должна составлять не менее 8 0С.

Во время вентилирования при осадках всасывавающие отверстия вентиляторов следует защитить от них путем устройства козырьков или другим способом.

Греющееся зерно вентилируют непрерывно в любые часы суток, независимо от метеорологических условий, до тех пор, пока оно не будет охлаждено до температуры, близкой к температуре наружного воздуха в ночное время, или не будет превышать ее более чем на 3-5 0С

**Задание:** Определить с помощью номограмм возможность активного вентилирования зерна при следующих условиях:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Варианты | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Температура сухого термометра, 0С | 13 | 23 | 33 | 14 | 15 | 17 | 27 | 16 | -5 | 0 |
| Температура мокрого термометра, 0С | 8 | 19 | 27 | 9 | 15 | 11 | 22 | 14 | -7 | -1 |
| Температура зерна, 0С | 15 | 18 | 27 | 5 | 24 | 20 | 14 | 12 | 8 | 10 |
| Влажность зерна, % | 16 | 16 | 22 | 15 | 18 | 15 | 16 | 18 | 17 | 10 |

**Контрольные вопросы:**

1. Цели активного вентилирования зерна.
2. Способы определения возможности активного вентилирования.

**Работа 4. Определение эффективности активного вентилирования зерновой массы**

**Цель работы:** научиться определять эффективность проведения активного вентилирования и способы ее повышения для достижения положительного технологического эффекта.

**Теоретические основы:**

При активном вентилировании не любое количество воздуха, подаваемое в зерновую массу, оказывает необходимый технологический эффект. Если подача воздуха недостаточна, то такое вентилирование создает благоприятные условия для развития микроорганизмов на зерне с повышенной влажностью.

Количество воздуха, потребное для вентилирования выражают удельной подачей.

Средняя удельная подача воздуха выражается отношением количества воздуха, проходящего через насыпь за 1 час, к количеству вентилируемого зерна в тоннах.

Qср=

где Qср - средняя удельная подача воздуха, м3 /ч на 1 т;

V - количество воздуха, подаваемого вентилятором в насыпь, м3 /ч

m - масса вентилируемого зерна, т.

В зависимости от влажности зерна рекомендованы минимальные значения средней удельной подачи атмосферного воздуха при вентилировании с целью снижения температуры на установках различных конструкций (таблица 1)

**Таблица 1.**

**Минимальная удельная подача при вентилировании зерна различной влажности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Влажность зерна | | Удельная подача воздуха, м3/ч. Т. (не менее) | | | | | |
| Зерновых и бобовых культур (кроме кукурузы в початках) | Масличных культур (подсолнечника и клещевины) | УСТАНОВКИ | | | | | |
| СВУ - 63 | УСВУ - 62 | СВУ-2 | СВУ - 1 | Станционарная ПЗП - 48 | Напольно – переносная ПЗП-55 |
| 16 | 8 | 25 | 25 | 35 | 40 | 40 | 30 |
| 18 | 9 | 30 | 35 | 45 | 50 | 55 | 40 |
| 20 | 10 | 45 | 55 | 70 | 80 | 90 | 60 |
| 22 | 11 | 65 | 80 | 110 | 130 | 155 | 95 |
| 24 | 12 | 90 | 115 | 165 | 210 | 270 | 140 |
| 26 | 13 | 120 | 160 | 240 | - | - | 200 |

Для охлаждения при вентилировании початков кукурузы минимальная средняя удельная подача атмосферного воздуха ниже (таблица 2).

Таблица 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Влажность зерна кукурузы, % | Удельная подача воздуха м3/ч. т. початков (не менее) | Высота насыпи, м  ( не более) |
| 18 | 30 | 3,5 |
| 20 | 40 | 3,0 |
| 25 | 45 | 2,5 |
| 30 | 50 | 2,2 |
| 35 | 55 | 1,8 |
| 40 | 60 | 1,5 |

Чтобы обеспечить необходимые удельные подачи воздуха, можно пользоваться различными приемами, позволяющими в значительных пределах изменять интенсивность вентилирования.

а) Замена вентилятора

На хлебоприемных предприятиях широко используют осевые вентиляторы: ВМ – 200, СВМ – 5м, «проходка -500-2М», СВМ – 6М, имеющиеся различную производительность:

ВМ -200 – 8- 13 тыс. м3/ ч

СВМ -5М – 7 -14 тыс. м3/ ч

СВМ – 6М – 11-25 тыс. м3/ ч

Проходка – 500 -2М-9 -14 тыс. м3/ ч

б) Размещение зерна на различных установках

Секции стационарных и напольно – переносных установок занимают различную площадь: СВУ-1-115 м2, СВУ -57 м2,УСВУ-62 и СВУ – 63-76 м2.

Стационарные ПЗП – 48 – 152 м2; напольно – переносные ПЗП – 55-142 м2.

Трубные установки размещаются на разном расстоянии в зависимости от влажности зерна.

Воздухораспредилительные устройства установок для активного вентилирования располагаются на некотором расстоянии друг от друга, что ведет к неравномерному вентилированию отдельных участков зерновой насыпи.

Неравномерность распределения воздуха в зерновой насыпи находится в зависимости от размеров глухих промежутков между воздухораспредилителями. Чем больше глухой промежуток, тем обширнее слабовентилирует участки зерновой насыпи и больше требуется подать воздуха в вентиляционную установку.

Активное вентилирование должно обеспечить необходимый технологический результат (например, охлаждение) во всех участках зерновой насыпи, для чего необходим определенный запас в подаче воздуха.

в) высота насыпи (масса зерна)

При наличии конкретного вентиляционного оборудования (вентилятора, типа установки) потребный расход воздуха в зерновую насыпь обеспечивают регулированием высоты (массы зерна).

Высоту насыпи зерна легко определить, зная, что

m= F∙H∙S

где m-масса зерна, т;

F – площадь секции вентиляционной установки, м2

H – высота насыпи, м

S – объемная масса зерна, т/м3

Обычно высота насыпи для мелкосеменных культур – от 1,5 до 3 м, для всех остальных – от 1,5 до 5 м.

На установках СВУ – 1, СВУ – 2, стационарной ПЗП – 48 и напольно – переносной ПЗП – 55 нельзя вентилировать зерно насыпью ниже 1,5 м.

г) Размещение зерна различны культур

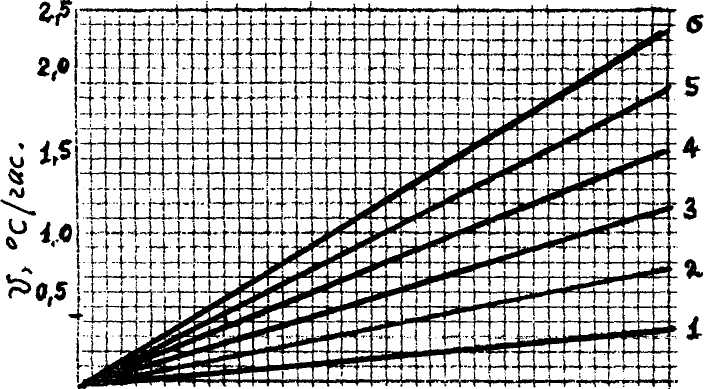
При одинаковой высоте насыпи, площади секции вентиляционной установки, расходе воздуха удельная подача воздуха изменяется ( в 1,5 – 2,5 раза) в зависимости от объемной массы зерна, загруженного на вентиляционную установку.

Всеми указанными выше способами возможно в несколько раз изменить удельную подачу воздуха.

Известно, что скорость охлаждения зерна при вентилировании в

основном зависит от удельной подачи воздуха и разности температур зерна и наружного воздуха. Чем больше эта разность, тем скорее будет охлаждаться зерно.

Скорость охлаждения зерна, т.е. снижение его температуры в градусах за час вентилирования, определяется с помощью номогораммы (рисунок 1).



***О S iQ AS ZO 95 30 35 40***

Разность температур зерна и воздуха в °С

Рисунок 1. Номограмма для определения скорости охлаждения зерна при

вентилировании.

1 - 6 - удельные подачи воздуха, м3 */т.* Ч.;

1 - 25; 2 - 50; 3 - 75; 4 - 100; 5 - 125; 6-150.

На нижней горизонтальной линии графика находят величину разности между температурой зерна и наружного воздуха. От точки ведут линию вверх по вертикали до пересечения с наклонной линией, показывающей количество воздуха, подаваемого на тонну зерна в час. Проводя горизонтальную линию влево от точки пересечения, находят величину снижения температуры в градусах за час вентилирования.

Необходимое количество воздуха для охлаждения зерна определяют с учетом удельной теплоемкости воздуха и зерна.

**Условия и режимы сушки зерна при вентилировании.**

Зерно (початки) вентилируют с целью его сушки атмосферным или подогретым воздухом. Таким способом сушат бобовые культуры, клещевину, рис - зерно, подсолнечник, кукурузу (в початках). ВНИИЗ и Сибирский НИИ с/х –ва при сушке в насыпи гороха и кормовых бобов рекомендует применять.

такие удельные подачи воздуха, чтобы сушка закончилась за 6-10 суток

(таблица 4).

**Таблица 4. Режимы сушки семян гороха и кормовых бобов при вентилировании атмосферным воздухом.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Влажность | Минимальная удельная | подача воздуха, м3 /ч. |
| семян, % | за 6 суток | за 10 суток |
| 18 | - | 125 |
| 19 | - | 175 |
| 20 | - | 225 |
| 21 | - | 280 |
| 22 | \_ | 330 |
| 23 | 700 |  |
| 24 | 770 |  |
| 25 | 850 |  |
| 26 | 900 |  |
| 27 | 970 |  |
| 28 | 1030 | \_ |
| 29 | 1100 |  |
| 30 | 1160 |  |

Для ускорения сушки зернобобовых воздух подогревают в зависимости от влажности семян:

|  |  |
| --- | --- |
| Влажность семян, % | 18 20 25 30 35 40 |
| Температура подогретого воздуха 0С | 36 34 30 26 22 18 |

Режимы сушки семенной кукурузы в початках на установках активного вентилирования представлены в таблице 5

Таблица 5.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Влажность кукурузы в початках, % | Минимальная удельная подача агента сушки, м3/ч.т | Максимальная температура нагрева воздуха, 0С | Высота насыпи (не более), м при вентилировании на установках | | |
| УСВУ – 62  СВУ -63  СВУ - 2 | СВУ - 1 | ПЗП-55 |
| 20 | 180 | 46 | 3,5 | 2,2 | 1,7 |
| 25 | 360 | 44 | 2,1 | 1,1 | 0,8 |
| 30 | 550 | 42 | 1,8 | 0,7 | 0,6 |
| 35 | 760 | 40 | 1,4 | 0,5 | 0,4 |
| 40 | 1000 | 38 | 1,0 | 0,4 | 0,4 |

Вентилирование заканчивают после того, как влажность зерна будет снижена до 14%, а для кукурузы, предназначенной для хранения свыше года, - до 12-13%

Таблица 6

**Режимы сушки семян подсолнечника подогретым воздухом**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Влажность семян подсолнечника, % | Минимальная удельная подача агента сушки, м3/ч.т | Максимальная температура нагрева воздуха, 0С | Высота насыпи (не более), м при вентилировании на установках | | |
| СВУ-3  СВУ-63  УСВУ-62 | СВУ - 1 | ПЗП-48  ПЗП-55 |
| 9-10 | 100 | 5,5 | 6,0 | 4,5 | 3,6 |
| 11-13 | 150 | 5,0 | 5,3 | 3,0 | 2,7 |
| 14-15 | 200 | 3,6 | 4,5 | 2,7 | 2,0 |
| 16-17 | 300 | 3,3 | 3,6 | 2,0 | 1,5 |
| 18-20 | 400-500 | 2,7 | 3,0 | 1,5 | - |

Температуру агента сушки рекомендуется поддерживать в пределах 35-400, а сушку заканчивать при влажности семян в верхнем слое 7-8 %.

При вентилировании подогретым воздухом обычно рекомендуется заканчивать сушку не более, чем за 3 суток. Чтобы определить продолжительность сушки, нужно знать скорость сушки, т.е. снижение влажности зерна в единицу времени. Зная исходную и конечную влажность зерна и скорость сушки, нетрудно определить и ее продолжительность.

В таблице 7 приведены скорости сушки зерна в диапазоне температур от 15 до 45 0С .

Таблица 7

**Средняя скорость (%/ч) снижения влажности зерна в зависимости от удельной подачи воздуха и его температуры**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фактическая  удельная подача  воздуха, м3/част. | Температура воздуха на входе в зерновую насыпь  °С | | | | | | |
| 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 100 | 0,003 | 0,010 | 0,018 | 0,025 | 0,032 | 0,040 | 0,047 |
| 200 | 0,006 | 0,021 | 0,035 | 0,050 | 0,065 | 0,080 | 0,095 |
| 300 | 0,009 | 0,031 | 0,053 | 0,075 | 0,097 | 0,120 | 0,142 |
| 400 | 0,012 | 0,041 | 0,071 | 0,100 | 0,130 | 0,160 | 0,189 |
| 500 | 0,015 | 0,052 | 0,089 | 0,126 | 0,162 | 0,200 | 0,240 |
| 600 | 0,018 | 0,062 | 0,106 | 0,151 | 0,195 | 0,240 | 0,280 |
| 700 | 0,021 | 0,072 | 0,124 | 0,176 | 0,230 | 0,280 | 0,330 |
| 800 | 0,024 | 0,083 | 0,142 | 0,200 | 0,260 | 0,320 | 0,380 |
| 900 | 0,027 | 0,093 | 0,160 | 0,230 | 0,290 | 0,360 | 0,430 |
| 1000 | 0,030 | 0,103 | 0,177 | 0,250 | 0,320 | 0,400 | 0,470 |
| 1100 | 0,033 | 0,114 | 0,195 | 0,280 | 0,360 | 0,440 | 0,520 |
| 1200 | 0,035 | 0,124 | 0,210 | 0,300 | 0,390 | 0,480 | 0,570 |

**Задание 1.**

Определить удельную подачу и расход воздуха при вентилировании пшеницы, риса, подсолнечника, проса и др. культур с различной влажностью.

**Задание 2.**

Определить скорость сушки и продолжительность вентилирования зернобобовых, подсолнечника, кукурузы в початках при различных режимах.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте понятие удельной подачи и расхода воздуха при вентилировании зерновой массы.
2. От каких факторов зависит величина удельной подачи воздуха?
3. Назовите минимальную высоту зерновой насыпи при вентилировании.
4. От чего зависит охлаждение зерна при вентилировании?
5. Каковы условия и режимы сушки зерна при вентилировании?

**Работа 5. Определение убыли массы зерна при хранении.**

**Цель работы:** Освоение методики определения естественной убыли зерна при хранении, убыли массы в результате очистки и сушки зерна.

**Теоретические основы:**

При обработке и хранении зерновых продуктов меняется как их масса, так и качество. Убыль в массе происходит в результате сниже­ния влажности при сушке и вентилировании, снижения засоренности при очистке, а также в результате естественной убыли при хранении, причиной которой является главным образом дыхание зерна.

Поэтому важнейшее значение имеет хорошо налаженный учет зерновых продуктов, в связи с этим на хлебоприемных предприятиях действует система количественно-качественного учета, нашедшая от­ражение в специальной инструкции по учету зерна и семян.

Для выявления наличия хлебопродуктов, излишков или недостач на предприятиях проводится инвентаризация с обязательным взвеши­ванием остатков.

Размер недосдачи (или излишков) зерна определяют по разности между остатком по бухгалтерскому учету и фактическим остатком, установленным в результатах перевески. Данные о партиях хлебопродуктов, защищенных без недосдачи и излишков (безрезультатные зачистки), включают в отчетность в таком же порядке, что и акты зачистки. Обоснованность убыли устанавливают в строгом соответствии с достигнутым при хранении и обработке снижением влажности и количества сорной примеси и нормами естественной убыли. Проведенные операции по очистке и сушке зерна должны быть подтверждены актами установленной формы.

Для установления обоснованности изменения массы зерна в зави­симости от изменения его качества руководствуются следующем:

1. Размер убыли в массе зерна от снижения влажности не должен превышать разности, получаемой при сопоставлении показателей влажности по приходу и расходу, с перерасчетом этой разности по формуле:



где а - влажность зерна по приходу, %;

б - влажность зерна по расходу, %.

2. Размер убыли в массе за счет снижения сорной примеси, сверх списанных по актам обработки годных и негодных отходов, не должен превышать разности, получаемой при сопоставлении пока­зателей сорной примеси по приходу и расходу с пересчетом по формуле:



где а - сорная примесь по приходу, %;

г - сорная примесь по расходу, %;

д - размер убыли от снижения влажности, определенной по формуле (1).

Однако убыль в массе хлебопродуктов, определенную по этой формуле, списывают только в размере не более 0,2 %.

По партиям, не подвергавшимся обработке или перемещениям ме­ханизмами, списывать убыль за счет снижения сорной примеси не допускается.

3.Естественная убыль зерна при хранении не должна превышать принятых в российской Федерации норм. На величину естественной убыли влияет вид зерна, срок хранения, тип хранилища и способ хранения.

Указанные нормы естественной убыли применяют как контрольные и предельно только в тех случаях, если при инвентаризации будет установлено уменьшение массы зерна, не вызываемое изменением качества.

Средний срок хранения в днях определяют делением суммы ежегодных остатков зерна на количество по приходу данной партии. Ежедневные остатки и приход берут из книг количественно – качественного учета.

Нормы естественной убыли зерна и зернопродуктов при хранении их до 3-х месяцев применяют из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении до года – из расчета фактического числа месяцев хранения. Для перевода в месяцы среднее количество дней хранения делится на 30

При среднем сроке хранения партии зерна до 3-х месяцев норму убыли определяют по формуле (в %):



где а - норма убыли при хранении в течение 3-х месяцев включи­тельно, *%;*

в - среднее количество дней хранения.

При среднем сроке хранения свыше 3-х месяцев норму убыли зерна определяют по формуле:



где а - норма убыли за предыдущий срок хранения, %;

б - разность между наивысшей для данного промежуточного сро­ка хранения и предыдущей нормой убыли, %;

в - разность между средним сроком хранения данной партии и сроком хранения, установленным для предыдущей нормы;

г - число месяцев хранения, к которому относят разность между нормами убыли. При хранении зерна более одного года за каждый последующий год хранения нормы естественной убыли применяют в размере 0,04 % с пересчетом, исходя из фактического числа месяцев хранения.

На потери зерна и зернопродуктов при их перевозке также установлены предельно – контрольные нормы убыли в зависимости от дальности расстояния, вида транспорта и способа транспортировнания.

За каждую перевозку с железной дороги и обратно указанные нормы повышаются на 30%, из судна на судно - на 20% из вагона в вагон – на 30%.

**Задание.**  Определить убыль массы зерна в результате сушки и хранения.

**Контрольные вопросы:**

1. Причины снижения убыли массы зерна при обработке и хранении его.
2. С какой целью проводят на хлебоприемных предприятиях инвентаризацию?
3. Каким образом определяют размер недосдачи (или излишков) зерна?
4. Каким образом можно обосновать убыль массы зерна?
5. От каких факторов зависит величина естественной убыли зерна при хранении?
6. Какова сущность методики расчета величины естественной убыли зерна при хранении?

Приложение 1.

Таблица тригонометрических функций

ТАНГЕНС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Градусы | Значение | Градусы | Значение |
| 1 | 0,01746 | 25 | 0,46631 |
| 2 | 0,03492 | 26 | 0,48773 |
| 3 | 0,05241 | 27 | 0,50953 |
| 4 | 0,06993 | 28 | 0,53171 |
| 5 | 0,08749 | 29 | 0,55431 |
| 6 | 0,10510 | 30 | 0,57735 |
| 7 | 0,12278 | 31 | 0,60086 |
| 8 | 0,14054 | 32 | 0,62487 |
| 9 | 0,15838 | 33 | 0,64941 |
| 10 | 0,17633 | 34 | 0,67451 |
| 11 | 0,19438 | 35 | 0,70021 |
| 12 | 0,21256 | 36 | 0,72654 |
| 13 | 0,23087 | 37 | 0,75355 |
| 14 | 0,24933 | 38 | 0,78Ш |
| 15 | 0,26795 | 39 | 0,8097$ |
| 16 | 0,28675 | 40 | 0,83910 |
| 17 | 0,30573 | 41 | 0,86929 |
| 18 | 0,32492 | 42 | 0,90040 |
| 19 | 0,34433 | 43 | 0,93252 |
| 20 | 0,36397 | 44 | 0,96569 |
| 21 | 0,38386 | 45 | 1,00000 |
| 22 | 0,40403 |  |  |
| 23 | 0,42447 |  |  |
| 24 | 0,44523 |  |  |

Приложение 2.

Показатели равновесной влажности зерна различных культур (в процентах)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Температура, |  | Равновесная влажность зерна при | | | относительной влажности воздуха | | |  |
|  | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Пшеница, рожь, ячмень | 25 | 7,55 | 9,0 | 10,3 | 11,65 | 12,8 | 14,2 | 15,85 | 19,7 |
| Овес | 25 | 6,4 | 8,0 | 9,0 | 10,5 | 11,8 | 14,0 | 16,5 | 19,4 |
| Рис-зерно | 25 | 7,4 | 8,8 | 10,2 | 11,15 | 12,2 | 13,4 | 14,9 | 17,3 |
| Рис обрушенный | 25 | 7,7 | 9,4 | 10,7 | 11,85 | 12,8 | 14,2 | 15,65 | 18,2 |
| Кукуруза | 25 | 8,0 | 9,2 | 10,35 | 11,5 | 12,7 | 14,25 | 16,25 | 18,6 |
| Просо | 25 | 7,5 | 8,85 | 10,3 | 11,3 | 12,4 | 13,85 | 15,6 | 18,3 |
| Соя | 25 | 6,35 | 8,0 | 9,0 | 10,45 | 11,8 | 14,0 | 16,55 | 19,4 |
| Пшеница, рожь, ячмень | 15 | 8,1 | 9,4 | 10,7 | 11,9 | 13,1 | 14,5 | 16,2 | 20,3 |
| Овес | 15 | 7,0 | 8,4 | 9,7 | 11,1 | 12,2 | 14,7 | 17,2 | 20,0 |
| Рис-зерно | 15 | 7,8 | 9,3 | 10,5 | 11,55 | 12,65 | 13,85 | 15,6 | 18,0 |
| Рис обрушенный | 15 | 8,1 | 9,8 | 11 | 12,15 | 13,15 | 14,65 | 16,4 | 19,0 |
| Кукуруза | 15 | 8,5 | 9,7 | 10,9 | 12,1 | 13,3 | 15,1 | 17,0 | 19,4 |
| Просо | 15 | 8,0 | 9,3 | 10,7 | 11,8 | 12,95 | 14,5 | 16,2 | 18,9 |
| Соя | 15 | 7,0 | 8,45 | 9,7 | 11,1 | 12,2 | 14,7 | 17,2 | 20,0 |

Приложение 3.

ПРЕДЕЛЬНО - КОНТРОЛЬНЫЕ НОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ УБЫЛИ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗЕРНА, ПРОДУКТОВ

ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ И СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР (в %)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование культуры, продукта | Сроки хране­ния | В складах | | В элеваторах | На приспособленных для хранения площадках и в сапетках |
| В таре | Насыпью |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Пшеница, рожь, ячмень и полба | До 3 месяцев До 6 месяцев До 1 года | 0,04 0,06 0,09 | 0,07 0,09 0,12 | 0,05 0,07 0,1 | 0,12 0,16 |
| Овес | До 3 месяцев До 6 месяцев До 1 года | 0,05 0,07 0,09 | 0,09 0,13 0.17 | 0,06 0,08 0,12 | 0,15 0,20 |
| Гречиха и рис необру­шенный | До 3 месяцев До 6 месяцев До 1 года | 0,05 0,07  0,1 | 0,08  0,11 0,15 | 0,06 0,08 0,12 | - |
| Просо, чумиза и сорго | До 3 месяцев До 6 месяцев До 1 года | 0,06 0,08 0,10 | 0,11 0,15 0,19 | 0,07 0,09 0,14 | 0,14 0,19 |
| Кукуруза в зерне | До 3 месяцев До 6 месяцев До 1 года | 0,07 0,1  0,13 | 0,13  0,17 0,21 | 0,08 0,12 0,16 | 0,18 0,22 |