

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. ВАВИЛОВА»

В. Ф.МАРКИН, Ф.Я. РУДИК

ПРАКТИКУМ

по дисциплине

Основы расчета и конструирования машин и аппаратов

пищевых производств

Рекомендуется

САРАТОВ 2018

УДК -: 637/664.002.5(076.5)

ББК - Л80/81.

М – 25

Рецензенты:

Д.т.н., профессор, заместитель генерального директора НИТИ ТЕСАР

Б.М. Кузьмиченко

К.т.н., профессор кафедры «Автоматизация и оборудование пищевых производств» СГАУ

А.К. Свириденко

Маркин В.Ф., Рудик Ф.Я.

М - 25

Практикум по дисциплине «Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств»: Учебное пособие / ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – 98 с.

Учебное пособие «Практикум по дисциплине «Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств» написано в соответствии с рабочей программой изучения дисциплины студентами направления подготовки 11080.62 «Агроинженерия» и 110303 «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции» и содержит методические рекомендации по расчетам и исследованию конструктивных параметров рабочих органов перерабатывающего оборудования.

Пособие предназначено для подготовки специалистов по конструированию и эксплуатации перерабатывающего оборудования.

УДК -: 637/664.002.5(076.5)

ББК - Л80/81.

© Маркин В.Ф., Рудик Ф.Я. 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Общие положения и организация проведения лабораторно-практических занятий
2. Содержание лабораторно-практических работ
 - 2.1. Работа 1. Составление технологической и кинематической схем машины.
 - 2.2. Работа 2. Определение физико – механических свойств перерабатываемых продуктов.
 - 2.3. Работа 3. Определение физико – механических и химических свойств конструкционных материалов.
 - 2.4. Работа 4. Изучение характеристик защитных покрытий.
 - 2.5. Работа 5. Определение показателей надежности рабочих органов.
 - 2.6. Работа 6. Изучение конструкции и расчет параметров рабочих органов дисковых измельчающих машин.
 - 2.7. Работа 7. Изучение конструкции и расчет параметров вальцовых измельчителей.
 - 2.8. Работа 8. Расчет конструктивных параметров молотковой дробилки.
 - 2.9. Работа 9. Изучение конструкции и расчет шнековых рабочих органов.
 - 2.10. Работа 10. Определение конструктивных параметров решет
 - 2.11. Работа 11. Оценка конструктивных параметров сортировочной машины.
 - 2.12. Работа 12. Определение конструктивных параметров автоклава АВ2

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие предназначено для подготовки студентов инженерных специальностей сельскохозяйственных ВУЗов в соответствии с программой курса « Основы расчета и конструирования машин и аппаратов для переработки продукции растениеводства ».

Инженер по специальности «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции» и «Пищевая инженерия малых предприятий» должен знать конструкцию перерабатывающего оборудования, иметь навыки проектирования и конструирования перерабатывающих машин, что позволит в совершенстве владеть вопросами эксплуатации технологического оборудования для переработки продукции сельскохозяйственного производства. С целью углубления знаний студентов лабораторные работы рекомендуется проводить на действующем оборудовании в условиях приближенных к условиям эксплуатации.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Цикл состоит из комплекса практических и лабораторных занятий, основной задачей которых является обучение студентов навыкам практического применения инженерных знаний в вопросах проектирования и эксплуатации перерабатывающего оборудования, а также теоретическим и экспериментальным методам исследования влияния параметров машин на режимы технологического процесса переработки.

Каждая работа включает практические занятия по изучению теоретической части раздела, способов решения задач по расчету рабочих органов и параметров перерабатывающего оборудования, а также лабораторные работы по исследованию рабочих процессов переработки продуктов и опробованию на лабораторном оборудовании расчетных данных, полученных на практических занятиях.

Организация проведения практических занятий.

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях закрепления лекционного курса у студентов. Практические занятия по тематике курса включают изучение конструкции рабочих органов и исполнительных механизмов перерабатывающего оборудования, принципа действия рабочих органов, механизма воздействия рабочих органов на перерабатываемый продукт, а также изучение способов и примеров решения задач по расчету конструктивных параметров рабочих органов и исполнительных механизмов машин и аппаратов, отчеты по темам.

Организация проведения лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются с целью закрепления теоретических знаний и получения практических навыков регулировки и эксплуатации перерабатывающего оборудования. Основное внимание при выполнении лабораторных работ уделяется изучению конструкции оборудования, его рабочих органов, а также принципам работы и исследованию рабочих характеристик.

Для проведения лабораторных работ учебная группа разбивается на подгруппы или бригады по 3-5 человек. Занятия с группой проводят преподаватель и лаборант, либо учебный мастер.

Преподаватель знакомит студентов с содержанием каждой работы, порядком и методикой проведения работ, устройством и принципом действия лабораторного оборудования, а также методикой оформления работы и отчетности за работу.

Преподаватель выдает задание на каждую конкретную работу.

Лаборант или учебный мастер проводит инструктаж по технике безопасности с соответствующим оформлением для каждой подгруппы, объясняет методы работы на лабораторном оборудовании, следит за ходом выполнений работ и сохранностью оборудования.

При подготовке к выполнению каждой работы студент должен:

- ознакомиться с описанием и методикой лабораторной работы;
- изучить соответствующие теоретические разделы и конструкцию оборудования согласно с учебным планом;
- подготовить необходимые таблицы для записи результатов лабораторных экспериментов;
- изучить и усвоить правила техники безопасности при работе на лабораторном оборудовании

При проведении занятий необходимо:

- убедиться в отключении оборудования от электропитания;

- проверить шины заземления и подключения к ним лабораторного стенда;

- подготовить необходимый инструмент, а также зернопродукты и проверить их состояние;

- собрать схему, произвести регулировку рабочих органов;

- совместно с лаборантом или учебным мастером произвести подключение стенда к сети и кратковременным включением убедиться в правильности сборки и регулировки стенда;

- включить стенд и провести необходимые работы согласно методике.

После завершения работ стенд предъявляется преподавателю или лаборанту, после чего выключается.

Студентам запрещается:

- самостоятельно подключать оборудование к сети;

- открывать корпуса устройств и устранять неисправности;

- выполнять посторонние работы в лаборатории;

- оставлять включенное лабораторное оборудование без присмотра.

По каждой работе студент составляет индивидуальный отчет, который должен содержать описательную часть, методику, схемы и результаты в виде таблиц и графиков. В конце отчета студент делает выводы по работе.

РАБОТА № 1

СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МАШИНЫ.

Общие положения.

Технологической схемой машины называется графическое изображение основных и вспомогательных операций технологического процесса переработки продуктов в последовательности их выполнения на данной машине.

Кинематическая схема машины дает условное изображение всех ее механизмов и передаточных звеньев с учетом кинематических связей и кинематических параметров, отражающих взаимодействие элементов при работе машины.

ЗАДАНИЕ. Составить технологическую и кинематическую схемы лабораторной установки, имеющейся на кафедре по заданию преподавателя.

Практическое занятие.

С целью составления технологической, структурной и кинематической схем оборудования изучить технологию переработки предлагаемого продукта согласно “Правилам организации и ведения технологического процесса переработки”. Весь технологический процесс переработки необходимо распределить на простейшие операции, включая основные и вспомогательные, при соблюдении условия, что каждой отдельной операции соответствует определенный рабочий орган машины или единицы оборудования.

Согласно операциям технологического процесса переработки составить отдельные схемы взаимодействия перерабатываемого продукта и рабочего органа машины. При составлении схем операции пронумеровать римскими цифрами, а рабочие органы - арабскими.

По каждой операции определить и расписать технологические режимы и параметры, а также условия и особенности их выполнения.

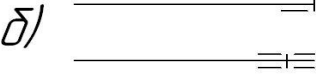
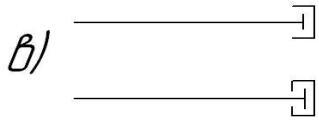
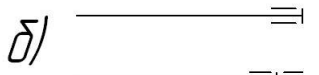
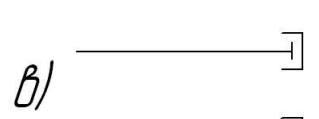
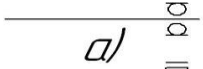
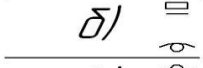
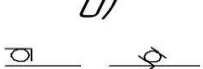
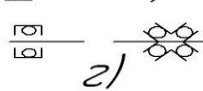
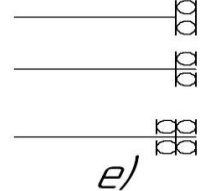
После составления технологической схемы машины составить кинематическую схему. При составлении кинематической схемы дать графическое, символическое изображение всех механизмов и передающих звеньев машины ,начиная с рабочего органа ,исполнительных механизмов и заканчивая элементами привода ,с учетом их взаимодействия в процессе выполнения заданных функций. Условное графическое изображение элементов кинематических схем по ГОСТ2.721-84;2.770-80представлено на рисунке 1.1.

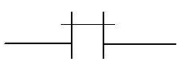
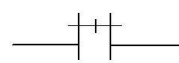
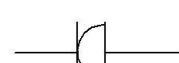
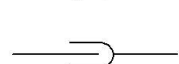
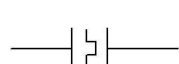
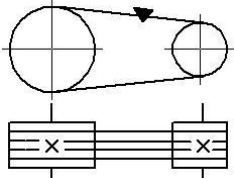
Согласно режимам операций технологического процесса сделать предварительный расчет основных характеристик кинематических цепей (передаваемой мощности, передаточных отношений звеньев, частот вращения или динамических характеристик подвижных элементов).

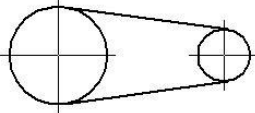
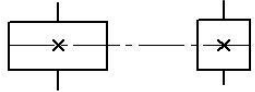
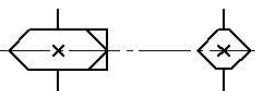
На кинематической схеме показывается как от двигателя, и какими передаточными механизмами приводится каждый исполнительный механизм и рабочий орган машины. Кинематическую схему можно строить от рабочего органа к двигателю, либо от двигателя - последовательно к каждому звену машины. После составления кинематической схемы необходимо пронумеровать все ее элементы. Валы нумеруют римскими цифрами в порядке их удаления от двигателя. Все остальные кинематические элементы схемы (двигатель, режимы и т.д.) должны быть пронумерованы арабскими цифрами, в порядке обхода схемы слева направо, либо наоборот.

Построив кинематическую схему, выполнить кинематический расчет, для чего определить передаточные числа каждой передачи, скорости вращения каждого вала, диаметры шкивов, числа зубьев шестерен и звездочек, шаги цепных передач.

Все заданные и полученные расчетным путем кинематические параметры указываются на схеме.

Геометрическая ось элемента	
Вал, валик, ось, стержень, шатун и т. п.	
Подшипники скольжения и качения (на валу) без уточнения типа: а — радиальный; б — радиально-упорные: односторонний; двусторонний; а — упорные: односторонний; двусторонний	  
Подшипники скольжения и качения (на валу) без уточнения типа: а — радиальный; б — радиально-упорные: односторонний; двусторонний; а — упорные: односторонний; двусторонний	  
Подшипники качения: а — радиальный (общее обозначение); б — радиальный роликовый; в — радиальный самоустанавливающийся; г — радиально-упорные (общее обозначение); односторонние; двусторонние; д — радиально-упорный роликовый односторонний; е — упорные: односторонние; двусторонний	     

Соединение двух валов: а — глухое; б — глухое с предохранением от перегрузки; в — эластичное; г — шарнирное; д — телескопическое; е — плавающая муфта; ж — зубчатая муфта; з — предохранительная муфта	а/  б/  в/  г/  д/  е/  ж/  з/ 
Передача клиновидным ремнем	

Передачи цепью: а — общее обозначение без уточнения типа; б — роликовой; в — бесшумной	а/  б/  в/ 
--	---

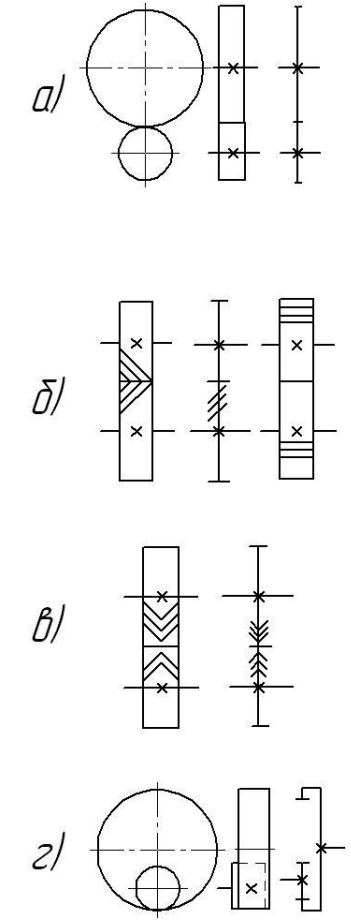
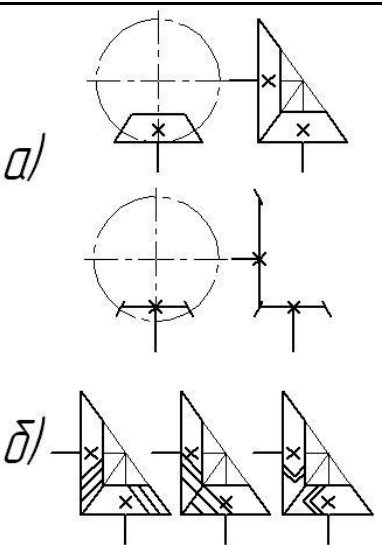
Передачи зубчатые (цилиндрические) между параллельными валами: а — внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев); б — то же, с прямыми и винтовыми зубьями; в — то же, с шевронными зубьями; г — внутреннее зацепление	
Передачи зубчатые между пересекающимися валами, передачи конические: а — общее обозначение без уточнения типа зубьев; б — с прямыми спиральными и круговыми зубьями;	

Рис 1.1 Условное обозначение элементов кинематических схем

Лабораторная работа

ЗАДАНИЕ. Составить кинематическую схему оборудования по заданию преподавателя.

Порядок выполнения работы

Изучить назначение, устройство, технические характеристики и работу предложенной преподавателем машины. Изучить конструкцию рабочих органов, а также характер движения рабочих органов и исполнительных механизмов и взаимодействия элементов привода.

В целях изучения конструкции машины и рабочих органов произвести частичную разборку машины. Разборка позволит дать полное представление о взаиморасположении рабочих элементов машины, способах передачи движения и усилий.

При разборке необходимо выполнить измерение размеров кинематических звеньев (диаметры ведущих и ведомых шкивов, параметры звездочек и шестерен, цепей и ремней).

По результатам, полученным в процессе измерения размеров рассчитать кинематические параметры элементов схемы. Построить кинематическую схему машины с учетом требований, изложенных в порядке выполнения практических занятий.

Составить таблицу 1.1. сравнительных характеристик и параметров кинематических схем, полученных расчетным путем на практическом занятии и схемы лабораторной установки, выполненной по результатам проделанной работы на лабораторном занятии.

Провести анализ полученных результатов и сделать вывод.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать:

1. Описание конструкции и принципа действия машины;
2. Технологическую схему машины;
3. Кинематическую схему машины;
4. Таблицу сравнительных характеристик и параметров;
5. Анализ результатов сравнительных испытаний и выводы.

Таблица 1.1 Кинематические параметры привода

Показатели	Диаметр ведущего вала, мм.	Диаметр ведомого вала, мм.	Передаточное отношение.	Частота вращения ведущего вала.	Частота вращения ведомого вала.
Расчетные					
Фактические					

Контрольные вопросы.

1. Что такое технологическая и кинематическая схемы машины?
2. Методика составления технологической и кинематической схемы машины;
3. Назовите основные параметры кинематической схемы машины и методы расчета.

РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНОПРОДУКТОВ.

Общие положения.

Качество хранения и переработки зернопродуктов, энергозатраты, а также долговечность рабочих органов машин и оборудования в значительной степени определяются физико-механическими свойствами. На физико-механические свойства оказывают влияния вид продукции, степень вызревания, условия хранения и транспортировки.

При расчете и конструировании перерабатывающего оборудования и рабочих органов конструктор обязан учитывать весь комплекс физико-механических свойств перерабатываемых зернопродуктов.

ЗАДАНИЕ. Изучить физико-механические свойства зерна и продуктов его переработки.

Практическое занятие.

Зерновая масса представляет собой совокупность различных компонентов, в том числе зерна основной культуры, примесей органического и неорганического характера.

В процессе переработки зерна в муку и крупу в общей массе наряду с основным продуктом имеются примеси оболочки зерна, продуктов износа рабочих органов и др.

Зернопродукты и продукты переработки зерна различаются по физико-механическим свойствам.

К физико-механическим свойствам зернопродуктов относятся гранулометрические характеристики, коэффициенты внутреннего и внешнего трения, угол естественного откоса, влажность, плотность, прочность и твердость, скорость витания (табл. 2.1.).

Таблица 2.1 Физико – механические свойства зернопродуктов.

Наименование зернопродукта	Размеры, мм			Плотность, кг/м ³ ×10 ³	Коэффициент внешнего трения*			
	длина	ширина	толщина		дерево	сталь	бетон	полимер
Пшеница	4.8-8.0	1.6-4.0	1.5-3.3	1.2-1.5	0.4	0.37	0.4	0,34
Ячмень	7-14.0	2.0-5.0	1.2-4.5	1.2-1.4	0.4	0,37	0.4	0,35
Овес	8-18.5	1.4-4.0	1.0-4.0	1.2-1.4	0.45	0.37	0.45	0,35
Гречиха	4-6.5	2.8-3.7	2.8-3.7	0.85 - 1.25	0.44	0.37	0.42	0,34
Просо	1.8-3.2	1.8-3.2	1.8-3.2	1.1-1.2	0.4	0.34	0.34	0,3
Рис	5.0-7.0	2.5-2.8	2.0-2.5	1.2-1.25	0.44	0.34	0.43	0,31

*При влажности 10-12%

Одной из основных технологических характеристик зернопродуктов является сыпучесть, которая определяется гранулометрическими характеристиками, коэффициентами внутреннего и внешнего трения, углом естественного откоса, а также влажностью продукта.

Сыпучесть зернопродуктов является одним из основных параметров при расчете и конструировании транспортного оборудования (норий, шнековых и ленточных транспортеров, самотечных труб), а также бункеров и силосов на элеваторах, мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах.

Максимальной сыпучестью обладают зернопродукты, имеющие шарообразную форму с гладкой поверхностью (просо, горох, сорго, соя и др.). При отклонении поверхности зерен от шарообразной формы или наличие шероховатости сыпучесть уменьшается.

Увеличение влажности зернопродукта также снижает сыпучесть зерновой массы.

Угол естественного откоса зернопродуктов - это угол между основанием и поверхностью осыпания образующейся при свободном падении зерновой массы на горизонтальную поверхность.

Угол естественного откоса зернопродуктов можно определить несколькими способами, основанными на свойствах гравитации. Наиболее распространенными и достоверными являются:

- способ свободного падения зерна при высыпании с определенной высоты на горизонтальную поверхность;
- способ свободного расположения зерна в сосуде;
- способ высыпания зерновой массы из сосуда с выдвижной стенкой.

Угол внешнего трения или угол трения зернопродукта о поверхность трения - это наименьший угол наклона поверхности к горизонту, при котором зерно перемещается самотеком.

Условие скольжения частицы зерна по наклонной плоскости определяется в виде неравенства:

$$\alpha > \varphi, \quad (2.1)$$

где α - угол наклона плоскости к горизонту;

φ - угол трения частицы зернопродукта о плоскость.

Влажностью зернопродукта называется показатель содержания воды или жидкой фазы в зерновой массе.

Влажность определяется процентным отношением массы или объема воды в зерновом ворохе к массе или объему зернового вороха.

$$\omega = (m_0/m) \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

где m_0 - масса воды, кг,

m - общая масса зернового вороха, кг,

$$\omega = (V_0/V) \cdot 100\%, \quad \%, \quad (2.3)$$

где V_0 - объем воды, m^3

V - общий объем зернового вороха, m^3

Влажность зерновой массы оказывает значительное влияние на массу зерна, угол естественного откоса, внутреннее и внешнее трение, а также является основным показателем сохранности зернопродуктов.

Влажность зерновой массы изменяется в зависимости от условий хранения: влажности окружающей среды, а также температуры воздуха.

Увеличение или снижение влажности зерна при хранении зернового вороха определяется уровнем давления водяных паров в окружающем воздухе и над поверхностью зерна. Чем больше разность между упругостью паров в окружающем воздухе и межзерновом пространстве, тем быстрее идет сорбция или десорбция влаги.

По истечении определенного времени в системе воздух-зерно наступает динамическое равновесие, т.е. влага может либо накапливаться зерном, либо переходить в воздушную среду. Подобное состояние называется равновесной влажностью.

Равновесную влажность зерновой массы определяют тензометрическими или динамическими методами.

На практике зачастую появляется необходимость повышать или понижать влажность зернопродуктов, доводя ее до нормы. Снижение влажности осуществляют подсушиванием зерна, а повышают влажность путем насыщения зерна водой, количество которой определяется зависимостью:

$$M_{H_2O} = 1,1m[(\omega_2 - \omega_1)/100 \cdot \omega_2], \quad \text{г} \quad (2.4)$$

где: M_{H_2O} - количество воды, г

m - масса увлажняемого зерна

ω_1 -влажность зерна до увлажнения, %

ω_2 -влажность зерна после увлажнения, %

Плотность зерновой массы является одним из важнейших физико-механических свойств зернопродуктов, учитываемых конструктором в процессе расчета и конструирования оборудования и машин.

Плотностью называется свойство зернопродукта, определяемое отношением его массы к общему объему, занимаемому данным продуктом:

$$\rho = m/V, \text{ кг/м}^3, \quad (2.5)$$

где m - масса продукта, кг;

V - объем, занимаемый продуктом м^3 , имеющий массу m .

На плотность зернопродукта влияют засоренность зерновой массы, вид продукта, а также его влажность. Плотность зерновой массы учитывают при расчете бункеров и транспортных средств, а также других машин, где требуется учитывать действующую нагрузку.

Объемная масса зерна учитывает наличие в зерновом ворохе различных примесей и определяется по формуле, аналогичной плотности (2.5) при условии, что при расчете используется масса всего вороха с учетом примесей.

Эффективность хранения и транспортировки зернопродуктов, а также качество их переработки определяются твердостью и прочностью ядра и оболочки.

Твердостью называется свойство зернопродукта оказывать сопротивление изнашиванию, причём данный показатель оказывает значительное влияние на выбор материала рабочих органов перерабатывающего оборудования.

Прочность зернопродукта - это показатель, определяющий силу межмолекулярного сцепления и обуславливающий способность сопротивляться механическому разрушению или пластическому деформированию под действием нагрузок.

Твердость и прочность зерна определяют способы его переработки, а также режимы операций механического процесса переработки.

Твердость и прочность зерна и его оболочки учитываются при расчете конструкции и выборе материала рабочих органов перерабатывающего оборудования: валцов, жерновов, молотков, бичей, ножей и др.

На прочность и твердость зернопродукта оказывают влияние вид продукта, степень его вызревания и влажность зернового вороха.

Задачи.

1. Определить минимальный угол наклона стальной самотечной трубы для транспортирования проса и гречихи на крупяном заводе.

2. Определить степень заполнения самотечных труб круглого сечения с внутренним диаметром 120 мм для крупяного завода производительностью 100 т/сутки.

3. Рассчитать скорость движения зерна гречихи по наклонному деревянному желобу, если угол наклона желоба к горизонту $\alpha = 45^\circ$, а длина пролета $S=2$ м.

4. Вычислить максимально допустимый угол наклона транспортера к горизонту α при перемещении зерна гречихи при скорости движения ленты, $V=0,5$ м/с

5. Определить высоту бункера для хранения зерна гречихи имеющей влажность 13 %, если его ширина и длина равны соответственно 2 м и 3 м.

6. Определить, насколько измениться масса зерна пшеницы в бункере размерами 2000х3000х2000 мм при увеличении влажности зернового вороха на 3 %.

Лабораторная работа

2.1. Определение угла естественного откоса зерновой массы.

Цель работы: Определить угол естественного откоса гречихи, проса, риса, пшеницы.

Приборы и материалы:

1. Параллелепипед, стенки которого выполнены из органического стекла, рис. 2.1;
2. Прибор для определения трения, рис. 2. 2;
3. Угломер;
4. Зерновая масса.



Рис. 2.1. Прозрачный сосуд для определения угла естественного откоса

Порядок выполнения работы.

Четырехгранный прозрачный сосуд заполняют 1/3 объема зерновой массой, подвергаемой испытанию. Зерновая масса различных культур должна иметь одинаковую влажность, отличающуюся не более чем на 2 %.

Поверхность зерновой массы выравнивают легким встряхиванием вертикально расположенного сосуда. Сосуд медленно, без рывков, поворачивают на 90° и боковой гранью укладывают на горизонтальную поверхность стола. При повороте сосуда зерновая масса осыпается и образует поверхность под углом естественного откоса " α ", который определяется с помощью специального устройства - угломера.

Для определения угла откоса угломер устанавливают на поверхность стола и, совмещая регулируемую грань угломера с поверхностью зернового вораха, измеряют величину угла откоса.

Идентичным способом определяются углы откоса всех зернопродуктов, выданных преподавателем.

Для более точного определения угла откоса его величину находим как среднее арифметическое пяти-семи результатов измерений.

$$\alpha = \sum \alpha_n / n \quad (2.6)$$

Результаты измерений и вычислений заносят в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 Значения углов естественного откоса зернопродуктов

№ испытания	Просо		Пшеница		Гречиха	
	Угол откоса		Угол откоса		Угол откоса	
	по эксперименту	средний	по эксперименту	средний	по эксперименту	средний
1						
2						
3						
4						
5						

С большей точностью угол естественного откоса определяется с помощью прибора на рис. 2.2.



Рис. 2. 2. Прибор для определения угла естественного откоса.

1. Емкость для зерновой массы.
2. Кронштейн.
3. Штатив.
4. Зерновой ворох.
5. Угломер.

Прибор состоит из сосуда 1 с воронкой в нижней части, имеющее регулируемое выпускное отверстие, который с помощью кронштейна 2 закрепляется на штативе 3.

Сосуд с помощью кронштейна устанавливается и фиксируется на определенной высоте h и заполняется зерновой массой, выданной преподавателем.

Зерно, находящееся в сосуде, через регулируемое отверстие под действием сил гравитации свободно высыпается на горизонтальную плоскость. При высыпании зерна на плоскость образуется конус, боковая поверхность которого составляет с основанием угол откоса. Угол откоса измеряют угломером и значение угла заносят в таблицу 2.2. По полученным значениям угла делают вывод о сыпучести зернопродукта с учетом его влажности.

2.2 Определение угла трения зернопродуктов.

Цель работы: Определить угол трения на наклонной плоскости зернопродуктов, выданных преподавателем.

Приборы и материалы:

1. Прибор для определения угла трения;
2. зерновая масса.

Работу проводят на специальном приборе, рис. 2.3. состоящим из нижнего основания 1 и регулируемой по высоте наклонной плоскости 2. Регулируемая плоскость имеет регулировочный для регулировки высоты и соответственно угла наклона. На регулируемой плоскости имеется шкала, позволяющая устанавливать высоту подъема и рассчитать угол наклона регулируемой плоскости к горизонту. На плоскость с помощью двух винтов закрепляются желоба 4 из различных материалов, по которым движется зерновая масса. Сменные желоба изготавливают, из оцинкованной стали, дерева, пластмассы, резины.

Для более точного определения угла трения основание прибора может иметь механизм регулировки уровня горизонта 5 и устройство контроля уровня установки основания 6.

Порядок выполнения работы.

Для подготовки прибора к работе необходимо установить нижнее основание на поверхность стола и с помощью регулирующего механизма 5 и прибора контроля 6 выставить его относительно горизонта.

Установить регулируемую плоскость 2 в горизонтальное положение и закрепить соответствующий желоб. На край желоба помещают навеску зернопродукта массой 100 грамм.

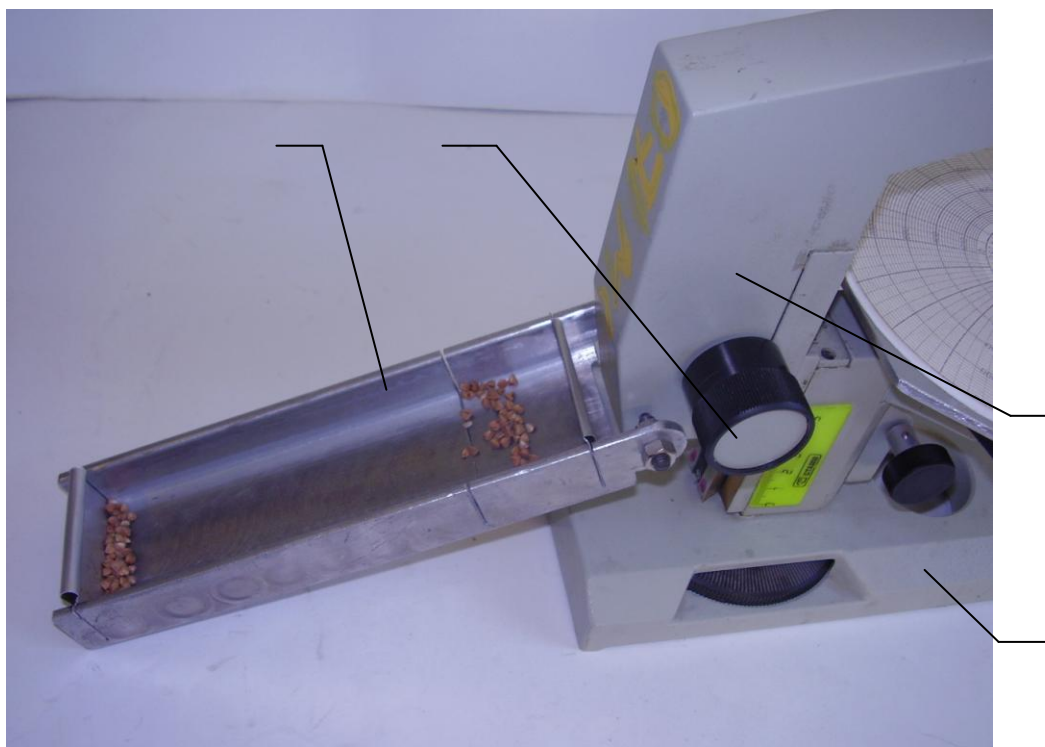


Рис. 2.2. Прибор для определения углов внешнего трения.

1. Основание.
2. Регулируемая консоль.
3. Механизм регулировки угла наклона желоба.
4. Желоб.

Для определения угла трения консоль с соответствующим желобом и навеской зерна с помощью механизма регулировки поднимают, фиксируя на шкале прибора начало и конец движения зерна.

Для определения влияния материала на коэффициент трения продукта на дно желоба укладываются пластины из древесных или из полимерных материалов.

Число опытов с каждым желобом и видом зернопродуктов не менее пяти. После каждого опыта поверхность желоба протирают мягкой тряпкой. Результаты измерений заносят в таблицу 2.2 и используют для расчета среднеарифметического значения:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_0 / 2 ; \quad (2.7)$$

где α_n - угол начала движения зерна;

α_0 - угол окончания движения зерна;

n - число экспериментов

Таблица 2.3 Результаты измерения углов трения

№ опыта	Зернопродукт	Материал желоба	Угол наклона желоба, град.	
			нач. движ. зерна	конец движ. зерна

2.3 Определение плотности продукта.

Цель работы: определить плотность зерновой массы по заданию преподавателя.

Приборы и материалы:

для выполнения работы используют либо мерный стакан (УМС), либо прозрачный сосуд, используемый в работе 2.1.

Порядок выполнения работы.

Прозрачный сосуд, либо мерный стакан (УМС), горизонтально установленный на поверхность стола, заполняется до отметки зернопродуктом.

Мягким постукиванием о стенки сосуда зерновая масса выравнивается. При необходимости требуется либо добавить, либо убрать часть продукта, обеспечив уровень засыпки до отметки.

Произвести взвешивание сосуда с зерновой массой, и записав значения в таблицу 2.4. повторить эксперимент. Число опытов должно быть не менее пяти с каждым видом продукта.

Произвести однократное взвешивание пустого сосуда и также занести в таблицу 2.4

Таблица 2.4 Результаты измерений плотности

№ опыта	Продукт	Размер частицы зерна, мм			Масса сосуда с продуктом, кг	Масса пустого сосуда, кг	Плотность продукта, кг/м ³
		h	b	a			
1							
2							
3							
4							
5							

Массу зернопродукта определяют:

$$M = m - m_0, \text{ кг} \quad (2.8)$$

Где M - масса зернопродукта, кг

m - масса сосуда, заполненного зернопродуктом, кг

m_0 - масса пустого сосуда, кг

Плотность продукта определяют:

$$\rho = m/V, \text{ кг/м}^3 \quad (2.9)$$

где V - объем, занимаемый продуктом:

$$V = h \cdot b \cdot \alpha = \pi d^2 / 4 \cdot h, \text{ м}^3. \quad (2.10)$$

Отчет о работе

Отчет должен содержать:

1. Основные физико-механические свойства продуктов.
2. Краткое описание приборов и оборудования.
3. Порядок выполнения работы.
4. Результаты обработки опытных данных.
5. Таблицы полученных результатов измерений и вычислений
6. Анализ результатов испытаний и выводы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите физико-механические и технологические свойства продуктов
2. Как влияют физико-механические свойства продуктов на их технологические свойства?
3. Какое влияние оказывает угол естественного откоса, угол внешнего трения на характеристики оборудования?
4. Как влияет влажность зернопродукта на сыпучесть?
5. Какие факторы оказывают влияние на плотность продукта?
6. Что такое прочность и твердость продукта и как влияют эти свойства на конструирование рабочих органов оборудования?

РАБОТА №3

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Общие положения.

Одним из основных факторов, определяющих надёжность перерабатывающего оборудования, является выбор материала деталей в процессе конструирования. В настоящее время для изготовления деталей перерабатывающего оборудования используется широкий спектр материалов, среди которых чаще всего используют, стали, чугуны, цветные металлы и их сплавы, порошковые материалы, пластмассы, резину, дерево, стекло и др.

При выборе материала конструктор обязан учитывать конструктивный, технологический, эксплуатационный и экономический факторы.

Конструктивный фактор определяет конструктивные особенности детали, её массу, размеры и форму, а также учитывает сопряжения деталей.

Технологический фактор обуславливает способы и технологические режимы изготовления деталей, т.е. при выборе материала конструктор должен определить каким способом данная деталь будет изготовлена: литьём, штамповкой, механической обработкой на станках, либо другими способами, а также возможность применения предлагаемого способа изготовления для выбранного материала.

Эксплуатационный фактор, учитывает условия эксплуатации деталей, их работоспособность, определяется жесткостью, прочностью, износостойкостью, а также коррозионной стойкостью материала.

К материалам деталей оборудования переработки сельскохозяйственной продукции предъявляется целый ряд специфических требований санитарно-гигиенического характера и производственной санитарии. Данный перечень требований согласно ГОСТ 12.1.005-88 включает в себя:

Наличие в вытяжке медь	не более 1,0 мг/дм ³
------------------------	---------------------------------

свинец	не более 0,03 мг/дм ³
цинк	не более 1,0 мг/дм ³
мышьяк	не более 0,05 мг/дм ³

В целом ряде случаев конструктору невозможно подобрать материал, который одновременно удовлетворял бы всем требованиям. В связи с чем на практике прибегают к комбинациям материалов, либо специальным видам обработки материала детали.

Практическое занятие.

Металлы и сплавы, применяемые в перерабатывающем оборудовании.

Детали перерабатывающего оборудования в процессе эксплуатации воспринимают на себя значительные статические и динамические нагрузки. Рабочие органы измельчающих машин подвержены интенсивному абразивному изнашиванию, зачастую в условиях агрессивной среды.

При изготовлении деталей оборудования для переработки продукции наибольшее распространение получили серые, модифицированные и высокопрочные чугуны, углеродистые и легированные стали, а также цветные сплавы на основе алюминия и меди. Ряд цветных металлов: олово, цинк, никель, а также серебро используют для получения покрытий, защищающих поверхность материала деталей от воздействия агрессивных сред.

Серый чугун является наиболее дешевым и распространенным видом черного литья. Однако его применение ограничено из-за низкой механической прочности. Механические свойства чугуна могут быть значительно улучшены за счет его легирования марганцем, хромом, никелем, специальной термической обработки либо модифицирования редкоземельными элементами (иттрием, ванадием, магнием и ферросилицием) (см. Таблицы 2.3.1-2.3.3).

На свойства чугуна основное влияние оказывает форма графита, содержащегося в его структуре.

Низкая механическая прочность и пластичность серого чугуна определяется пластинчатым расположением графита в структуре, что обуславливает нарушение целостности металлической основы структуры чугуна.

Наибольшей прочностью и пластичностью обладают модифицированные чугуны, имеющие глобулярную (шаровидную) форму графита, в то время как металлическая основа чугуна составляет единое целое.

В обозначении чугуна включается его вид, а также предел прочности при растяжении и изгибе. Вид чугуна обозначается СЧ – серый, ВЧ – высокопрочный, КЧ – ковкий чугун.

Обозначение чугуна : СЧ18 ГОСТ 1412-85.

Серый чугун с пределом прочности при растяжении 180 МПа

Таблица 2.3.1 Серые чугуны для деталей перерабатывающего оборудования (ГОСТ 1412-85).

Марка чугуна	Предел прочности МПа		Стрела прогиба, мм, при расстоянии между опорами, мм		Твердость по Бринеллю, НВ
	при растяжении	при изгибе	600	300	
СЧ 12-28 СЧ 44-64	120-440	280-640	6,0-10,0	2,0-3,5	143-229- 229-289

Таблица 2.3.2 Ковкие чугуны для деталей перерабатывающего оборудования (ГОСТ 1215-85)

Марка чугуна	Предел прочности, σ_b МПа не менее	Относительное удлинение δ , %	Твердость НВ, не более
КЧ 30-6- КЧ 63-2	300-630	6-2	163-269

Таблица 2.3.3 Высокопрочные чугуны для деталей перерабатывающего оборудования(ГОСТ 7293-80).

Марка чугуна	Предел прочности, σ_B МПа	Предел текучести, σ_T МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	Ударная вязкость α_H , МДж/м ²	Твердость, НВ
ВЧ 38-17- ВЧ 120-4	380-1200	240-900	17-4	0,6-0,3	140-170- 302-369

Конструкционные стали, в том числе углеродистые и легированные являются основным материалом для изготовления деталей перерабатывающего оборудования.

Углеродистые конструкционные стали подразделяются на стали обыкновенного качества (ГОСТ 380-71), качественные углеродистые стали (ГОСТ 1050-74) и стали специального назначения.

Стали обыкновенного качества подразделяются на три группы: А, Б и В, используются для изготовления малонагруженных деталей и нормалей, а также для изготовления приспособлений и нестандартного оборудования.

Углеродистые стали повышенного качества, применяют для изготовления ответственных деталей и режущего инструмента.

Легированные и низколегированные стали ГОСТ 4543-88 и ГОСТ 19282-88, используется для изготовления тяжело нагруженных ответственных деталей, подверженных интенсивному изнашиванию, а также воздействию агрессивных сред.

Легированные стали в нормализованном и особенно в улучшенном состоянии обеспечивают необходимую прочность при значительно меньших сечениях по сравнению с обычными углеродистыми сталями.

С целью получения высокой твердости и износостойкости рабочих поверхностей, детали из легированных сталей подвергаются химико-

термической обработке(цементация, азотирование, нитроцементация) с последующими закалкой и отпуском.

В процессе конструирования за счет соответствующего выбора легирующих компонентов сталей достигаются коррозионная стойкость, жаропрочность, пружинящие свойства и другие специальные характеристики материала деталей.

Углеродистые стали обыкновенного качества обозначаются буквами «Ст.» и цифрами(0-6),соответствующими порядковому номеру стали. Пример обозначения Ст.0- Ст.6.

Качественные углеродистые стали обозначаются словом «Сталь» и цифрами, которые обозначают содержание углерода. Пример: Сталь 10 – Сталь 85 (% С 0,1-0,85). В обозначениях марок легированных сталей используется слово «Сталь» с набором цифр и букв. Первая цифра обозначает содержание углерода в сотых долях %. Последующее сочетание букв и цифр свидетельствует о наличии и процентном содержании легирующих компонентов. Пример: сталь 20ХНЗА (0,2% углерода, 1% хрома, 3% никеля, буква А указывает на высококачественную сталь). В таблице 2.3.2. приведены основные виды конструкционных сталей для перерабатывающего оборудования, их характеристики и примеры применения.

Таблица2.3.2 Стали для перерабатывающего оборудования

Тип стали	Марка стали	Свойства и характеристики стали				Применение стали
		σ_B МПа	σ_T МПа	δ %	ψ %	
Обыкновенного качества	Ст0-Ст6	310-600	230-320	34-15	-	Неответственные детали, нормали,

Качественные углеродистые	Сталь10- Сталь85 У7-У12	340- 790	210- 460	31- 8	55- 30	Ответственные детали. Рабочие органы для измельчения
Качественные легированные	15Х-50Х 20ХН3А 35ХГСА	700- 1000 1600	500- 900 1350	5- 10		Ответственные детали. Рабочие органы для измельчения
Специальные коррозионносто йкие	20Х13- 40Х13 08Х13, 12Х17, 12Х18НТ	850- 1140 510 520 540	650- 910 340 360 260	12- 16 28 30 40	50- 32 75 74 60	Режущий инстру мент для актив ной среды Детали,подверженн ые коррозии

Цветные металлы и сплавы широко используются при изготовлении деталей оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции, что обуславливается их повышенной коррозионной стойкостью.

Наибольшее применение получили цветные сплавы на основе алюминия и меди, а также цветные металлы – олово, цинк, хром, никель.

Алюминиевые сплавы, применяемые в перерабатывающем оборудовании, подразделяются на литейные (ГОСТ 2685-75) и деформируемые (ГОСТ 4784-74). Литейные алюминиевые сплавы «АЛ», «АК» обладают хорошими линейными технологическими свойствами, позволяющими изготавливать детали методом литья в песчаные и оболочковые формы, а также по выплавляемым моделям, в кокиль и под давлением. Деформируемые алюминиевые сплавы «АД», «Амц», «Д1-Д16» обладают большей жесткостью и поставляются в виде листового и профильного проката. При изготовлении перерабатывающего оборудования наиболее часто используются литейные сплавы АЛ4, АЛ8, а также деформируемые сплавы Амц, Д1 и Д16.

Сплав АЛ4 применяют для изготовления корпусов маломощных редукторов, фланцев, кронштейнов. Сплав АЛ8 используется для деталей, работающих в агрессивных средах, в том числе для деталей, контактирующих с пищевыми продуктами.

Деформируемые сплавы типа дюралюминия Д1-Д16 используются в виде проката различного профиля: круглый, листовой, сложнопрофильный, труба и др. Листовой прокат может применяться в качестве облицовки оборудования; круглый используется для изготовления различных деталей; из сложнопрофильного проката в виде уголков, швеллеров, двутавров изготавливают каркасы оборудования и приборов. Трубы из дюралюминия широко используются для изготовления шнековых транспортеров, а также самотечных труб при транспортировке продуктов в процессе переработки.

Цветные сплавы на основе меди подразделяются на медно-цинковые-латуни, а также на оловянистые и безоловянистые бронзы.

Латуни в свою очередь различают по структуре и свойствам на литейные (ГОСТ 1711-88) и деформированные (ГОСТ 15527-80).

При практическом использовании конструктору необходимо знать, что повышение процентного содержания меди в составе латуни улучшает её пластичность, тепло и электропроводность, а также коррозионную стойкость. Включение в состав латуни свинца увеличивает её антифрикционные свойства. Наличие в латуни олова, марганца, кремния железа улучшает её свойства.

В пищевом машиностроении наибольшее распространение получили оловянистые бронзы (ГОСТ 5012-88). Они характеризуются достаточной прочностью, высокими антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью. Повышение содержания олова увеличивает прочность бронзы, её твёрдость, но уменьшает пластичность и ударную вязкость.

Латунь и бронза используется для изготовления теплообменников, различного рода радиаторов, втулок, угольников, тройников, трубок и деталей гидрозатворной арматуры. Наряду с этим бронза находит широкое

применение при изготовлении деталей подшипников скольжения и сеток, используемых для фильтрации жидкостей и сортировки сыпучих продуктов.

В целях защиты поверхностей металлов от коррозии перерабатываемого оборудования хром, никель, медь, цинк и кадмий. используют для нанесения на поверхность деталей.

Неметаллические материалы, используемые в перерабатывающем оборудовании.

При проектировании и изготовлении перерабатывающего оборудования широкое применение нашли неметаллические материалы, такие как пластические массы, резиновые материалы, древесина, кожа и тканые материалы.

Пластические массы представляют собой композицию на основе искусственных либо естественных полимеров, а также пластификаторов, отвердителей, стабилизаторов, наполнителей и красителей.

Полимеры в зависимости от структуры могут находиться в двух фазовых состояниях: аморфном и кристаллическом. В соответствии с этим пластмассы подразделяются на термопластические и термореактивные.

Термопластические пластмассы при нагревании размягчаются и приобретают пластические свойства, а при охлаждении отвердевают. Термопластмассы могут растворяться соответствующими растворителями.

Термореактивные полимеры не способны приобретать пластические свойства, а если и размягчаются, то незначительно.

Среди термопластических масс наибольшее применение получили поливинилхлориды, полистиролы, полиолефины, полиметакрилаты, полиуретаны.

Поливинилхлорид (ПВХ) высокомолекулярный продукт полимеризации винилхлорида. Температура стеклования ПВХ составляет 70-80⁰С, а температура вязкого течения в зависимости от молекулярной массы лежит в пределах 150-200⁰С. ПВХ растворим в дихлорэтано, диоксано и др., набухает в ацетоне и бензоле и нерастворим в воде, спирте и бензине. Химически

стойкий материал к целому ряду кислот, солей и др. растворителей. Детали из ПВХ получают штамповкой, вакуумированием, обработкой резанием.

Наибольшее распространение получили разновидности ПВХ – формопласт, гидропласт, винипласты, пластикат и др. ПВХ используют для изготовления плёнок, различного рода упаковочной тары, ёмкостей, детали сложной конструкции.

Полистирол также относится к группе термопластов, обладает исключительно высокой водостойкостью, диэлектрическими свойствами, высокой стойкостью по отношению к растворителям, ко всем видам кислот и щелочей. К недостаткам полистирола следует отнести его жесткость, склонность к образованию трещин при старении, низкая теплостойкость, малая ударная прочность, горючесть и плохая бензостойкость.

Полистирол применяется при изготовлении пищевых емкостей и деталей, контактирующих с пищевыми продуктами.

Полиолефины – высокомолекулярные углеводороды, из которых получают полиэтилен, полипропилен. Сочетание в этих пластмассах высокой механической прочности, химической стойкости и с низкой водо и газопроницаемостью, а также лёгкость переработки в изделия всеми известными способами, низкая стоимость позволили полиолефинам занять ведущее место по применению в пищевом машиностроении.

На практике используют полиэтилен низкого давления ПЭНД и полиэтилен высокого давления ПЭВД. Из полиэтилена изготавливают плёнки, упаковочную тару, ёмкости сложной формы.

Полиметакрилаты – полимеры эфиров метакриловой кислоты нашли широкое применение в пищевом и перерабатывающем машиностроении в виде органического стекла. Органическое стекло выпускается прозрачным, бесцветным, и окрашенным, а также непрозрачным.

Детали из органического стекла изготавливают методом литья, обработки давлением, а также различными видами обработки резанием.

Термореактивные пластмассы – фенопласты и аминопласты широко используются для изготовления деталей перерабатывающего оборудования.

Фенопласты – термореактивные пластмассы на основе фенолоальдегидных смол, стойкие к водным и слабокислотным растворам, нефтепродуктам и органическим растворителям. Они обладают хорошими диэлектрическими свойствами. Наиболее распространены – гетинакс, текстолит и стеклотекстолит, пресс-порошки. Данные пластмассы используются для изготовления сложнопрофильных корпусных деталей, деталей с повышенной прочностью – шестерен, рукояток, втулок, а также деталей электрооборудования. Детали из фенопластов изготавливают методом спекания, обработкой резанием.

Аминопласты – пластмассы, получаемые на основе аминокислот с наполнителями. В качестве наполнителей используют сульфидную целлюлозу, асбест, древесную муку.

Аминопласты не имеют запаха, светостойки, могут быть окрашены в различные цвета – от светлых до тёмных. Аминопласты выпускаются в виде прессовочных материалов, слоистых пластиков и пористых материалов. Аминопласты используют для декоративной и защитной отделки оборудования.

Резиновые материалы находят широкое применение при изготовлении перерабатывающего оборудования. Сырьём для резины служат натуральный или синтетический каучук с наполнителями, обеспечивающими изделиям из резины различные параметры: теплостойкость, морозостойкость, химическую стойкость, твёрдость, эластичность, упругость.

В состав резиновых смесей входят мел, тальк, окись цинка, окись кремния, углекислая магнезия, сажа. Постоянные статические и динамические нагрузки снижают её прочность, а воздействие внешних факторов (кислорода, озона, света, тепла и др.) приводит к старению резины.

Наиболее широко в перерабатывающем оборудовании резиновые материалы используются для изготовления плоских и клиновых ремней,

транспортёрных лент, резиноканевых рукавов низкого и высокого давления, деталей уплотнений, амортизаторов и электроизоляционных изделий.

Порядок выполнения работы.

Изучить выданные образцы материалов. По образцам определить виды материалов, их основные свойства и отличие.

Согласно выданному заданию по образцу и сборочному чертежу, изучается конструкция машины, основных узлов и деталей. Проводится оценка условий и характера работы деталей.

По результатам оценки с учетом требований, предъявляемых к конструкционным материалам сделать обоснованный выбор материалов для основных деталей установки (станина, облицовка, бункер, рабочие органы, валы, детали привода). Результаты с обоснованием заносят в отчет по работе и сравниваются с материалами, заложенными в чертежах деталей конструктором.

Отчет о работе

Отчет должен содержать:

1. Описание основных отличительных характеристик и свойств материалов;
2. Краткое описание оборудования;
3. Порядок выполнения работы;
4. Обоснование выбора материала деталей и результаты сравнения выбранного материала с материалом заложенным конструктором;
5. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Виды и характеристика материалов
2. Виды термической обработки конструкционных сталей.
3. Основные физико-механические и химические свойства материалов
4. Способы изготовления деталей из конструкционных материалов.
5. В чем различие термопластичных и термореактивных пластмасс?
6. Особенности применения пластмасс.
7. Примеры применения резины в перерабатывающем оборудовании.

РАБОТА 4

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ



Общие положения

Защитно-декоративные покрытия нашли широкое применение в пищевом машиностроении. Для защитно-декоративных покрытий используют цветные металлы и неметаллические материалы, среди которых наибольшее распространение получили полимерные материалы, керамика, а также различные лакокрасочные материалы.

В зависимости от материала покрытий, назначения и условий эксплуатации используют различные способы нанесения защитно-декоративных покрытий: электрохимический, газоплазменное напыление, окраска и другие.

При использовании защитно-декоративных покрытий для деталей перерабатывающего оборудования необходимо соблюдать требования санитарно-гигиенических нормативов Роспотребнадзора, которые запрещают наносить покрытия на поверхности деталей находящихся в рабочей зоне, в непосредственном контакте с продуктами переработки.

Практическое занятие

Металлические покрытия в зависимости от способа нанесения различаются на анодные и катодные.

Анодные покрытия обеспечивают лучшую защиту поверхностей деталей за счет более высокой плотности осаждения металла. Катодные покрытия имеют пористую поверхность, что значительно снижает их защитные свойства и срок действия.

Наибольшее распространение в пищевой и перерабатывающей промышленности получили покрытия медью, цинком, кадмием, оловом, никелем, хромом.

Медь (ГОСТ 859-80) по отношению к стали, алюминиевым и цинковым сплавам обеспечивает катодное покрытие. Оно используется в основном в качестве подложки при многослойном покрытии деталей и практически не применяется в качестве самостоятельного защитного антикоррозионного покрытия.

Медное покрытие при электрохимическом способе нанесения работает в диапазоне температур 120-150 °С и обладает высокой электропроводностью, хорошими пластическими свойствами, облегчает процесс приработки деталей, играя в сопряжении роль твердой смази. Толщина медного покрытия в зависимости от назначения и условий эксплуатации деталей колеблется от 3 до 40 мкм.

Цинковое покрытие имеет хорошие электрохимические защитные свойства при эксплуатации в атмосферных условиях в диапазоне рабочих температур до 70°С.

При более высоких температурах, особенно при воздействии водной среды защитные свойства цинка значительно снижаются.

В целях повышения эффективности антикоррозионных свойств цинкового покрытия детали подвергают хромированию и фосфатированию, а также применяют дополнительную защиту лакокрасочными материалами.

Цинковые покрытия в зависимости от способа их нанесения оказывают влияние на механические свойства основного металла, вызывая охрупчивание, в связи с чем не допускается электрическое цинкование деталей, изготавливаемых из высокопрочных сталей $\sigma_{вр} > 140$ МПа.

Микротвердость цинкового электрохимического покрытия составляет 50-60 кгс/мм².

Максимальная рабочая температура эксплуатации цинковых покрытий составляет 300°C.

Детали с цинковым покрытием могут подвергаться развальцовке, однократной гибке, однако не допускают запрессовку.

Примеры применения цинковых покрытий представлены в таблице 2.4.1
Таблица 2.4.1 Применение цинковых покрытий

Изделия	Рабочая среда	Расчетная толщина покрытия, мкм
Детали перерабатывающего оборудования	Внешняя атмосфера	10÷35
Метизы, крепежные детали	Внешняя атмосфера	10÷15 35÷50
Детали гидрозапорной аппаратуры	Пресная вода при температуре до 70°C	50÷100
Водяные резервуары, водопроводные трубы	Пресная вода при температуре до 70°C	

Кадмиевое покрытие используют для защиты поверхности изделий из чугуна, стали, меди и медных сплавов. Стальные детали защищаются

кадмиевым покрытием от действия пресной воды ,слабых растворов солей и кислот.

Кадмий дает ровное матовое покрытие, обладающие хорошей адгезией с основным металлом. В целях повышения коррозионной стойкости кадмиевое покрытие подвергают хроматированию или фосфатированию.

Кадмиевое покрытие не рекомендуется применять для изделий в агрессивных средах, содержащих серу, либо соединения серы.

Допустимая рабочая температура для кадмиевого покрытия составляет 250°С.

Микротвердость покрытия 35÷50 кгс/мм².

Применение кадмиевых покрытий представлены в таблице 2.4.3.

Таблица 2.4.3 Применение кадмиевых покрытий

Изделия	Рабочая среда	Расчетная толщина покрытия, мкм
Детали повышенной точности, имеющие плотные соединения, монтажный инструмент	Внешняя атмосфера повышенной влажности	10÷15 10
Резьбовые детали, метизы	Внешняя атмосфера повышенной влажности	10÷15
Стальные изделия перерабатывающего оборудования	Активная рабочая среда	

Никелевые покрытия используются в основном в качестве защитно-декоративных при условии эксплуатации покрытий в легких условиях и ограничено используются его в качестве защитных покрытий для изделий, контактирующих с пищевыми продуктами.

Никелевые защитные и защитно-декоративные покрытия наносятся химическим или электрохимическим (гальваническим) методами. Нанесение покрытия осуществляют на подслое из меди, что повышает адгезию и эксплуатационные свойства никелевого слоя.

На практике используют черное никелевое покрытие для придания изделиям специальных оптических свойств, а также в декоративных целях.

Никелевое покрытие оказывает значительное отрицательное воздействие на основной материал деталей, снижая предел прочности сталей в 1,5-2 раза при толщине покрытия 10-12 мкм.

Микротвердость никелевого покрытия зависит от способа нанесения и составляет $200 \div 400 \text{ кг/мм}^2$ при электрохимическом способе, $350 \div 600 \text{ кг/мм}^2$ при химическом. Термическая обработка повышает микротвердость покрытия до $700 \div 900 \text{ кг/мм}^2$.

Никелевые покрытия не допускают воздействия на поверхность пластической деформацией как при изготовлении изделий, так и в процессе эксплуатации, т.к. возможно отслоение и шелушение никеля.

Хромовые покрытия в пищевом и перерабатывающем оборудовании широко используется в виде защитных и защитно-декоративных покрытий.

Основным отличием хромовых покрытий от медных, цинковых, кадмиевых и никелевых является не только защита от химического воздействия рабочей среды, но и эффективная защита рабочих поверхностей деталей от абразивного, гидроабразивного и газоабразивного изнашивания.

Хромовые покрытия обладают высокой стойкостью к воздушной и водной средам, к растворам солей, щелочей и азотной кислоты. Покрытия устойчиво работают в диапазоне температур от -40°C до $+400^\circ\text{C}$.

Хромовые покрытия имеют низкий коэффициент трения, что позволяет использовать их в качестве высокоэффективных антифрикционных покрытий, работающих в жестких и очень жестких условиях эксплуатации при значительных удельных поверхностных нагрузках.

Хромовые покрытия различают на молочные, блестящие и матовые.

Молочное хромовое покрытие обладает повышенной пористостью и хрупкостью при заниженной микротвердости от 400 до 600 кг/мм².

Блестящее покрытие имеет высокую до 1100 кг/мм² микротвердость поверхности, низкую в сравнении с молочным покрытием пористость, с выраженной разветвленной сеткой мелких трещин на поверхности слоя.

Матовое покрытие имеет серый цвет, обладает чрезвычайно высокой до 2000 кг/мм² микротвердостью и соответственно высокой износостойкостью. Нанесение хромовых покрытий снижает предел выносливости стали так же как и никелевые покрытия до двух раз, а также приводит к уменьшению пластичности металла деталей.

Применение и характеристика хромовых покрытий представлены в таблице 2.4.3.

Таблица 2.4.3 Характеристики хромовых покрытий

Хромируемые детали	Расчетная толщина покрытия, мкм	
	при изготовлении	при ремонте
Детали перерабатывающего оборудования, подверженных интенсивному изнашиванию (шейки валов, осей, червяки)	10÷50	150÷500
Рабочие поверхности пневмо и гидроцилиндров, цилиндров компрессорных установок	50÷500	200÷750

Поверхности деталей под прессовые и плотные посадки, поверхности посадочных мест под подшипники качения, поверхности подшипников скольжения	50÷500	500÷1000
--	--------	----------

Оловянное покрытие широко используется в пищевом машиностроении для защитных покрытий. По отношению к сталям оловянное покрытие является катодным и защищает рабочую поверхность деталей механическим способом. Само покрытие обладает значительной пористостью при нанесении химическим или электрохимическим методами. Для улучшения адгезии оловянного покрытия и снижения пористости применяют лужение, либо оплавление поверхности покрытия нанесенного химическим или электрохимическим методами. Оловянные покрытия имеют низкую до 160°C рабочую температуру и малую микротвердость поверхности 10-20 кг/мм².

Лакокрасочные материалы для защитно-декоративных покрытий

При изготовлении деталей пищевого и перерабатывающего оборудования в качестве защитных и защитно-декоративных покрытий широкое применение нашли лакокрасочные материалы.

Лакокрасочные материалы подразделяются на основные и вспомогательные. К основным относятся грунты, шпаклевки, лаки, краски и эмали, а среди вспомогательных следует отметить растворители, разбавители, отвердители, смывки, составы для обезжиривания поверхностей и др. При использовании лакокрасочных материалов в пищевом и перерабатывающем оборудовании необходимо соблюдать требования санитарно-гигиенических нормативов Роспотребнадзора, которые запрещают наносить покрытия на поверхности деталей

находящихся в рабочей зоне, в непосредственном контакте с продуктами переработки.

Лакокрасочные материалы классифицируются по составу, внешнему виду поверхности покрытия, а также по условиям эксплуатации (табл.5.1,5.2,5.3) ГОСТ 9.032-80, ГОСТ 9825-80.

Таблица 2.4.5 Виды лакокрасочных материалов (по составу)

Вид лакокрасочного материала	Условное обозначение	Вид лакокрасочного материала	Условное обозначение
Нитроцеллюлозный	НЦ	Поливинилхлоридный	ХВ
Глифталевый	ГФ	Олифы,	МА
Пентафталевый	ПФ	растительные	
Меламилалкидный	МП	натуральные	
Эпоксидная смола	ЭП	масла	
Поливинилацетатный	ВЛ		

Таблица 2.4.6 Классы покрытий по состоянию окрашенной поверхности по ГОСТ 9.032-80

Класс покрытия и его обозначение	Состояние поверхности покрытия, в %				
	высокоглянцево	глянцево	полуглянцевое и полуматовое	матовое	глубокоматовое
Первый – I	> 10	50-	-	5÷20	≤ 3
Второй – II	> 60	60	20-50		
Третий – III	3-10	50-	20-50		
Четвертый – IV	-	60	20-50		
Пятый V	-	50-	20-35		
	-	60	20-35		

--	--	--	--	--	--

Таблица 2.4.7 Группы лакокрасочных материалов по условиям эксплуатации

Группа лакокрасочных материалов	Условное обозначение	Условия эксплуатации
Атмосферостойкие	1	Стойкие к атмосферным условиям в различных климатических зонах с эксплуатацией на открытых площадях
Стойкие внутри помещения	2	Эксплуатация внутри неотапливаемых и отапливаемых помещений
Водостойкие	4	Стойкие к воздействию пресной воды и ее паров
Специальные	5	Предназначены к условиям действия рентгеновских излучений, люминесцентные терморегулирующие, а также используемые в качестве пропиточных составов
Маслобензостойкие	6	Стойкие к воздействию минеральных масел и смазок
Химическистойкие	7	Стойкие к воздействию кислот, щелочей и солей
Термостойкие	8	Предназначены к условиям

Электроизоляционные	9	воздействия повышенных и пониженных температур
Грунты	0	Используются в условиях действия электрических напряжений, электрической дуги, или разряда
Шпатлевка	00	Наносятся при многослойных покрытиях для получения лучшего сцепления основного покрытия
		Предназначена для выравнивания поверхности под окрашивание

Лакокрасочные покрытия в зависимости от их основы подразделяются на "натуральные" и синтетические. "Натуральные" – масляные краски приготавливают на растительных, минеральных маслах и олифах, тогда как основой синтетических красителей являются полимерные композитные составы.

Масляные краски перед употреблением разводятся до необходимой вязкости либо олифой, либо соответствующими растворителями. Поверхности, окрашенные масляными красками, имеют матовое покрытие и обладают невысокой твердостью и прочностью.

Эмалью называется суспензия пигмента (красящего порошкообразного вещества) в лаке с добавлением пластификаторов, разбавителей и отвердителей.

Основу эмалевых красок составляют масляные, спиртовые лаки. Нитроэмали приготавливают на синтетических лаках эфиров целлюлозы.

Все виды эмалей выпускаются готовыми к употреблению с вязкостью, позволяющей использовать пульверизаторы.

Эмалевые покрытия обладают хорошим блеском, повышенной твердостью и сохранением свойств в диапазоне температур эксплуатации от - 40°С до +40°С.

Основными физико-механическими свойствами и технологическими характеристиками эмалей являются цвет и состояние пленки после высыхания, вязкость, плотность или укрывистость, время высыхания, прочность, а также твердость. Качество лакокрасочных материалов оценивается состоянием покрытия после сушки и отверждения.

Одной из основных характеристик лакокрасочных материалов, определяющих способ нанесения покрытия, является вязкость, оцениваемая по ГОСТ 8420-88 с помощью вискозиметра ВЗ-4.

Вязкость лакокрасочных материалов в зависимости от способа окрашивания выбирается соответственно для кисти - 30÷50 с; краскораспылителя 15÷35 с, при окрашивании обливанием или окунанием 12÷20 с, при распыливании в электростатическом поле 10÷16 с. увеличение вязкости ухудшает распыливание, повышает расход краски и приводит к утолщению и неровностям покрытия. Недостаточная вязкость обуславливает повышенную текучесть красок и появление наплывов, а так же снижает укрывистость поверхности.

Укрывистость или плотность лакокрасочных материалов определяет их способность закрашивать цвет окрашиваемой поверхности.

Укрывистость оценивают в соответствии с ГОСТ 8784-88 в граммах расхода краски на 1 м² окрашиваемой поверхности.

Время или продолжительность высыхания определяют по ГОСТ 19007-84 семь степеней высыхания, причем чем ниже степень высыхания, тем быстрее высыхает лакокрасочное покрытие.

Твердость лакокрасочных материалов определяется по ГОСТ 5223-85 способностью покрытий сопротивляться внешним механическим воздействиям.

Прочность лакокрасочных материалов различают на прочность при изгибе, а также при ударе.

Прочность при изгибе (ГОСТ 6806-85) характеризует эластичность покрытия при деформации поверхности.

Прочность при ударе (ГОСТ 4765-85) определяется способностью покрытия противостоят ударным нагрузкам. Основным параметром, определяющим применимость лакокрасочных материалов в пищевом машиностроении, являются адгезионные свойства и растворимость лаков и красок, что приводит к миграции компонентов красок и соответственно попаданию их в продукты питания.

Лаки и эмали на нитроцеллюлозной основе называются нитролаками и являются растворами нитроцеллюлозы в соответствующих растворителях.

Нитроэмали представляют собой суспензии из пигментов-красителей, пластификаторов, отвердителей в нитролаках.

Для растворения и разбавления нитролаков и нитроэмалей используют специальные растворители и разбавители на основе спиртов, ацетатов и ароматических углеводородов. Применение других растворителей вызывает свертывание нитролаков и нитроэмалей. Процесс сушки лакокрасочного покрытия определяется испарением растворителей. Высокая скорость сушки нитролаков и нитроэмалей определяется высокой скоростью испарения растворителей. При высыхании на окрашиваемой поверхности образуется полуглянцевая пленка, которая подвергается полированию до получения зеркального блеска.

Покрyтия из нитролаков и нитроэмалей имеют удовлетворительную стойкость к воздействию нефтепродуктов не содержащих ароматических углеводородов, а также слабых растворов щелочей. Продолжительное воздействие воды приводит к нарушению адгезионных свойств покрытия.

Рабочий диапазон температур покрытий нитролаками и нитроэмалями находится в пределах от -40°C до 60°C . При температурах $90\div 100^{\circ}\text{C}$ возможно возгорание покрытия.

Основным недостатком нитропокрытий является слабая адгезия к металлическим поверхностям, что обуславливает нанесение нитроэмалей на предварительно грунтованные поверхности.

Алкидные лаки и эмали на основе алкидных смол изготавливают с использованием глифталевой и пентафталевой смолы, получаемых соответственно химическими соединениями глицерина или пентаэритрита с фталевым ангидридом.

Алкидные лаки представляют собой растворенные смолы. Алкидные краски и эмали являются суспензиями пигментов – красителей в алкидных лаках с добавлением в качестве модификаторов растительных масел. Модифицирование растительными маслами осуществляется с целью повышения эластичности и атмосферостойкости алкидных покрытий, толщина которых больше чем у покрытий нитроэмалями.

Процесс сушки алкидных лакокрасочных материалов происходит за счет испарения растворителя с образованием пленки, которая поликонденсируется, образуя прочную окрашенную поверхность.

Время высыхания и образования пленки для алкидных покрытий при температуре $18-22^{\circ}\text{C}$ составляет 10-12 часов, а поликонденсация (полное высыхание) в зависимости от условий происходит в течение 15-36 часов. Таким образом, общее время высыхания окрашенного слоя составляет $36\div 48$ часов.

Сократить время высыхания и одновременно улучшить качество алкидного покрытия можно за счет повышения температуры сушки до $60\div 150^{\circ}\text{C}$.

Алкидные лаки и эмали обладают хорошей адгезией к металлам и дереву, что позволяет проводить окрашивание без предварительного покрытия поверхности грунтами.

Окрашивание алкидными лаками и эмалями осуществляют всеми способами: кистью, валиками, механическим распылением, распыливанием в электростатическом поле, а также окунанием и обливанием.

Меламиноалкидные лаки и эмали представляют соединение меламиноформальдегидной и алкидной смол. Сушка меламиноалкидных покрытий происходит за счет испарения растворителей и поликонденсации смол. Для эффективной поликонденсации меламиноалкидных лаков и эмалей требуется температура в диапазоне 120-140°C. Горячая сушка обеспечивает меламиноалкидному покрытию повышенную атмосферостойкость, высокую эластичности и твердость. Покрытия работают в широком диапазоне температур от -40 до 60°C и хорошо противостоят воздействию воды, отдельных видов растворителей.

Меламиноалкидные покрытия могут применяться для деталей перерабатывающего оборудования. К недостаткам покрытия следует отнести склонность к скалыванию при ударных воздействиях.

Алкидностирольные эмали изготавливают на основе алкидно-стирольной смолы с включением пластификаторов и добавлением сиккатива. Алкидностирольные эмали обладают хорошей адгезией к металлическим и деревянным поверхностям, что позволяет наносить покрытия без предварительного грунтования. Покрытия из этих эмалей обладают стойкостью к растворам солей и щелочей в диапазоне температур до 80°C, что позволяет использовать их для окрашивания деталей перерабатывающего оборудования.

Поливинилацетатные эмали в основе содержат поливинилбутираль с добавками фенольной и меламиноформальдегидной смол, которые в результате горячей сушки при температуре 120°C образуют необратимую пленку, стойкую к воздействиям воды, пара, а также слабых растворов солей и кислот. Покрытия из поливинилацетатной эмали обладает хорошей

механической прочностью и адгезией , что позволяет наносить их без грунтов и использовать для защитно-декоративных покрытий перерабатывающего оборудования.

Фенольные эмали получают на основе фенолоформальдегидной смолы с добавлением растительного масла для модификации ,что позволяет повышать эластичность покрытия. Сушка покрытий из фенольных эмалей при температуре 180⁰С в течении 0,5 ч. способствует образованию необратимой пленки , обладающей высокой твердостью, механической прочностью и адгезией. Покрытия из фенольных эмалей имеют повышенную стойкость к действию жиров и минеральных масел.

Битумно-масляные и масляные лакокрасочные материалы готовят с использованием природных смол (битумы, эфиры, канифоль и др.) с добавлением растительных масел, для окисления и полимеризации которых в состав вводят сиккативы.

Защитные и декоративные свойства битумно-масляных и масляных лакокрасочных материалов определяются количеством масляной основы, с повышением содержания которой улучшается эластичность ,но ухудшается глянец и снижается прочность покрытия. Используются битумно-масляные и масляные лакокрасочные материалы для защитно-декоративных покрытий неответственных деталей перерабатывающего оборудования.

Грунты предназначены для обеспечения необходимой адгезии лакокрасочного покрытия по отношению к поверхности. Грунты представляют собой суспензию пигментов и наполнителей в лаках, по составу соответствующих основному покрытию. При необходимости в грунты добавляют растворители, разбавители , сиккативы и стабилизаторы.

Порядок выполнения работы.

Изучить выданные образцы материалов. По образцам определить виды защитно-декоративных покрытий используемых материалов, их основные свойства и отличие.

В соответствии с заданием по образцу и сборочному чертежу, изучить конструкцию машины, основных узлов и деталей. Провести оценку условий и характера работы деталей.

По результатам оценки с учетом требований, предъявляемых к перерабатываемому оборудованию, провести анализ возможности использования защитно-декоративных покрытий и сделать обоснованный выбор материалов для покрытий основных деталей установки (станина, облицовка, бункер, рабочие органы, валы, детали привода). Результаты с обоснованием заносят в отчет по работе и сравниваются с материалами, заложенными в чертежах деталей конструктором.

Отчет о работе

Отчет должен содержать:

1. Описание основных отличительных характеристик и свойств защитно-декоративных покрытий;
2. Краткое описание оборудования;
3. Порядок выполнения работы;
4. Обоснование выбора защитно-декоративных покрытий деталей;
5. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Приведите примеры использования различных защитно-декоративных покрытий в деталях перерабатывающего оборудования.
2. Назовите материалы используемые в качестве металлических и неметаллических защитно-декоративных покрытий.
3. Охарактеризуйте основные физико-механические и химические свойства материалов защитно-декоративных покрытий.
4. Назовите способы нанесения защитно-декоративных покрытий деталей.

РАБОТА 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИСКОВЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ МАШИН.

Общие положения

Центробежные измельчающие машины широко используются в различных областях переработки сельскохозяйственных продуктов. Жерновой постав используется для измельчения фуражных культур в кормовые продукты для скота, а также применяются на с.-х. мельницах малой производительности для размола зерна в муку или вымола отрубей. На мельницах промышленного значения жерновые поставы вытеснены вальцовыми станками.

Рабочим органом жернового поставы являются парно работающие жернова с вертикальной осью вращения, верхний (бегун) вращается, а нижний (лежняк) неподвижный. Бегун приводится во вращение от вала (веретена). Веретено вращается в вертикальном подшипнике (кругловине) и опирается на подпятник.

На крупозаводах и на малых перерабатывающих предприятиях используют жерновые поставы с вертикальной осью вращения, но с вращающимся нижним и неподвижным верхним жерновами (шелушильные поставы) (Рис.5.1), которые используют главным образом для шелушения риса, проса, ячменя и гречихи. Производительность жернового поставы зависит от структурно-механических свойств перерабатываемого зерна, а также от конструктивных параметров жерновов.

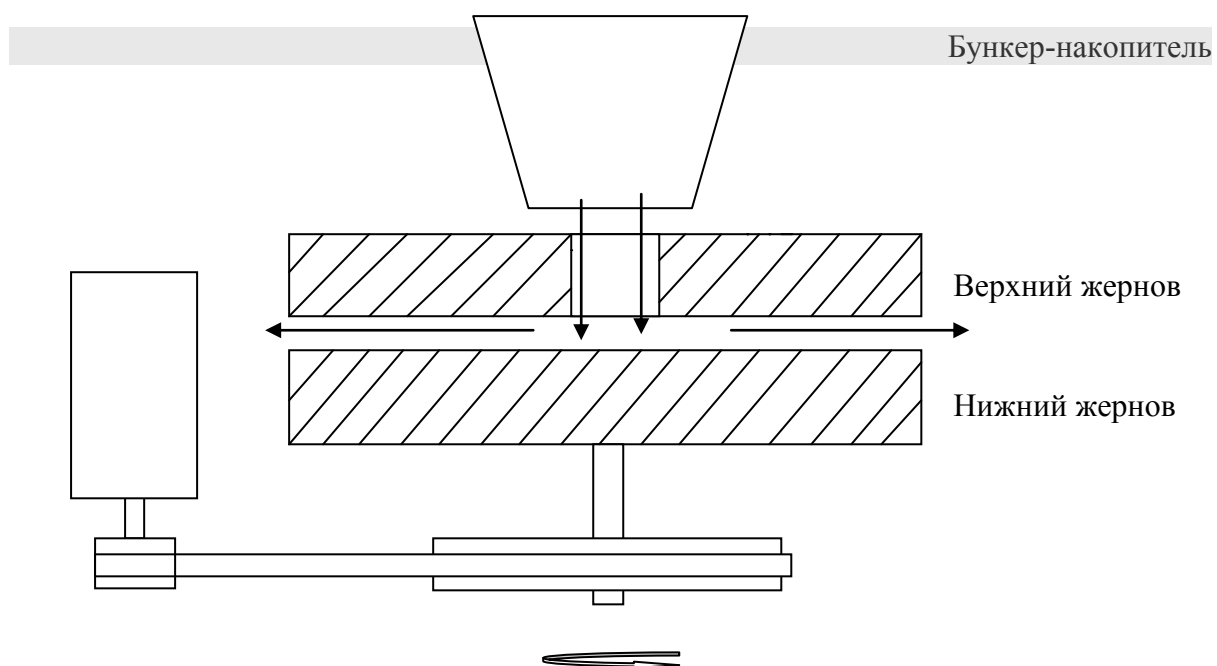


Рис 6.1 Схема жернового постава



Рис 6.2 Лабораторная установка

Лабораторная работа

Задание: Определить влияние угловой скорости жернова на производительность установки для шелушения зернопродуктов МШС-1.

Оборудование, приборы, материалы:

- 1.Лабораторный образец установки,
- 2.Тахометр часового типа,
- 3.Секундомер,
- 4.Лабораторные весы ВЛК1000

Порядок выполнения работы

Изучить конструкцию и принцип действия установки для шелушения МШС-1

На качество шелушения существенное влияние оказывает скорость перемещения рабочей поверхности шелушительного диска относительно частицы зерна и соответственно скорость частицы зерна относительно рабочей поверхности неподвижного верхнего диска.

Однако имеющиеся сведения о скоростных характеристиках рабочих органов шелушительного оборудования для проса и гречихи в основном касаются вальцедековых рабочих органов, в связи с чем в работе предполагается провести исследования влияния скоростей центробежного дискового шелушительного рабочего органа на качество шелушения и производительность.

При проведении исследований поэтапно отбирается зерно проса, или гречихи поочередно с определенной влажностью 10%, 12%, 14% и 16%. Выбранная порция зерна подвергается взвешиванию на аналитических весах ВЛК-1000 и помещается в бункер накопитель шелушительной установки.

Шелушительный диск приводится во вращение с частотой вращения 250 об/мин, 300 об/мин, 350 об/мин и 400 об/мин, что соответствует значениям окружной скорости 10 м/сек, 12 м/сек, 14 м/сек и 16 м/сек за счет сменного ведущего шкива .

Зерно из бункера накопителя после открытия шиберов дозатора поступает в рабочую зону, где подвергается шелушению. Продукты шелушения собираются

в специальный приемник для проведения качественной и количественной оценки. В процессе шелушения для оценки производительности с помощью секундомера фиксируется время шелушения зерна находящегося в бункере. Собранные в приемник продукты шелушения разделяются на фракции, а затем подвергаются анализу на ситовом анализаторе АВС-300 для получения данных, по которым рассчитывают степень обрушения и процентное содержание колотого зерна в общей массе прошелушенной крупы.

Полученные данные заносят в таблицу и строят графики зависимости производительность, степени шелушения и технологического выхода от частоты вращения жернова.

Таблица.....Результаты измерений

Частота вращения жернова мин ⁻¹	Влажность продукта %	Производительность кг/с	Степень обрушения %	Технологический выход %

Отчет о работе

Результаты оформляют в виде отчета, который содержит сведения о перерабатываемом продукте, описание и технические характеристики установки, а также результаты экспериментов в виде таблицы и графиков.

Контрольные вопросы

1. Назовите примеры использования жерновых поставов;
2. Чем отличается жерновая мельница от шелушильного постава;
3. Какой материал используют для изготовления жерновов;
4. Какие факторы влияют на производительность, технологический выход и степень обрушения

РАБОТА 6.

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ.

Общие положения

Одной из ответственных задач на этапе проектирования является правильный выбор номенклатуры нормированных показателей надежности. Необоснованный выбор показателей надежности может привести к оценке надежности не по основным направлениям, и, следовательно, к неправильным решениям при проектировании изделия.

При выборе доминирующих свойств надежности следует учитывать:

- назначение объекта, его условия и режим работы;
- относится ли объект к классу ремонтируемой или неремонтируемой техники;
- исследование отказов и предельных состояний по своему характеру и экономическому ущербу.

Количественные значения этих оценок являются исходными данными расчета прочности элементов конструкции машины. Если объект предполагается ремонтировать и условия эксплуатации позволяют выполнять ремонтные работы с необходимым качеством, то доминирующими свойствами надежности такого объекта являются ремонтпригодность и долговечность.

На выбор основных показателей надежности проектируемого изделия оказывает основное влияние последствия наступления отказа.

Если в результате отказа нарушается безопасность работы персонала и возникает угроза для здоровья и жизни людей, находящихся в зоне действия объекта, то для таких объектов основным свойством надежности является безотказность.

Если в результате простоя объекта после отказа возникают большие материальные убытки, то такой объект должен иметь хорошую ремонтпригодность и высокие показатели безотказности.

Все показатели доминирующих свойств надежности проектируемого объекта должны обеспечивать нормальное его функционирование на весь период до его предельного состояния.

Максимальный срок службы объекта до предельного состояния ограничен сроком морального состояния. Для машин и оборудования сроком службы до предельного состояния является либо срок службы до списания, совпадающий со сроком морального старения, либо срок службы до первого ремонта.

На этапе разработки технического задания на проектирование новой машины определяют требования к показателям надежности сборочных единиц и узлов. Эта работа предусматривает структурный анализ надежности будущей машины, с учетом которого разрабатывают требования к ресурсным показателям сборочных единиц, определяющих периодичность текущих и кап. ремонтов и ремонтные затраты на восстановление работоспособности каждого из узлов проектируемой машины.

При проектировании требования к показателям надежности узлов являются основой для определения требований к показателям надежности деталей, что определяет периодичность и номенклатуру заменяемых деталей и ремонтируемых узлов, а так же объемы затрат на планово-предупредительные ремонты. На этой же стадии определяют номенклатуру узлов и деталей, подлежащих испытаниям с целью определения их средних ресурсов.

На этапе разработки рабочих чертежей проводят расчет обеспечения надежности, ресурсных показателей и расчет объемов производства запасных частей на каждый год эксплуатации. На основе этих данных осуществляют необходимую корректировку конструкции и

конструктивных параметров с целью повышения ремонтпригодности и улучшения ресурсных показателей.

Практическое занятие

Задание

Определить ресурс рабочего органа жернового постава если дано:

Максимально допустимая величина износа-	$*10^{-3}$ м ;
Толщина жернова в начале эксплуатации	$*10^{-3}$ м;
Толщина жернова после испытаний	$*10^{-3}$ м;
Время испытаний	с.

Лабораторная работа

Задание: Определить скорость изнашивания и ресурс подвижного и неподвижного жерновых установок для шелушения зернопродуктов МШС-1

Оборудование, приборы , материалы

- 1.Лабораторный образец установки,
- 2.Тахометр часового типа,
- 3.Секундомер,
- 4.Лабораторные весы ВЛК1000
- 5.Микрометр

Порядок выполнения работы

Взвесить верхний и нижний жерновы на лабораторных весах и занести полученные результаты в таблицу. С помощью микрометра замерить толщину верхнего и нижнего жернова в трех-четырех местах и также занести показатели в таблицу измерений.

Установить жерновы в установку и произвести сборку. Подключить установку к силовой сети и произвести пробный пуск. При отсутствии вибрации и посторонних шумов продолжают работу.

Испытания проводят в течение 10-15 минут при постоянной равномерной подаче зерна из бункера-накопителя в рабочую зону.

По окончании испытаний жерновы снять, взвесить и замерить их толщину.
Результаты занести в таблицу.

Таблица ...Результаты измерений

Вес верхнего жернова г.		Вес нижнего жернова г.		Толщина верхнего жернова мм.		Толщина нижнего жернова мм.	
До исп P_0	После исп. P_1	До исп P_0	После исп. P_1	До исп X_0	После исп. X_1	До исп X_0	После исп. X_1

При установленном времени испытаний рассчитать скорость изнашивания по весу и толщине жерновов

$$V_{из.} = (P_0 - P_1) / t \quad V_{из.} = (X_0 - X_1) / t \quad (6.1)$$

где t-время испытаний сек.

С учетом предельно-допустимого значения износа жерновов $Z=10\text{мм}$.

определим ресурс рабочих органов

$$T = Z / V_{из.} \quad (6.2)$$

Отчет о работе

По результатам работы составить отчет ,который должен содержать задание ,
порядок выполнения работы , и описание приборов и оборудования,
используемых при выполнении работы, результаты экспериментов и выводы .

Контрольные вопросы

- 1.Назовите оборудование с центробежными измельчающими рабочими органами;
- 2.Дайте характеристику жерновов;
- 3.Назовите области применения жерновых измельчающих машин;
- 4.С какой целью на поверхности мелющих жерновов выполняются канавки?

Работа 7. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВАЛЬЦОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ.

Общие положения

Вальцовый станок, машина для размола зерна (пшеницы, ржи и др. культур) в муку; используется также для измельчения соли и иных видов сыпучего сырья. Рабочим органом вальцового станка является пара или две пары валков, вращающихся навстречу друг другу с различной окружной скоростью. Расстояние между валками (зазор) изменяется от 0,05 до 1,3 мм в зависимости от размера частиц перерабатываемого продукта и необходимой степени его измельчения. Питающий механизм вальцового станка осуществляет непрерывную и равномерную подачу продукта непосредственно в зазор лентой шириной во всю длину валков. Вальцовый станок изготавливается с автоматическим включением и выключением нижнего подвижного валка.

Практическое занятие

Определение конструктивных параметров валцов

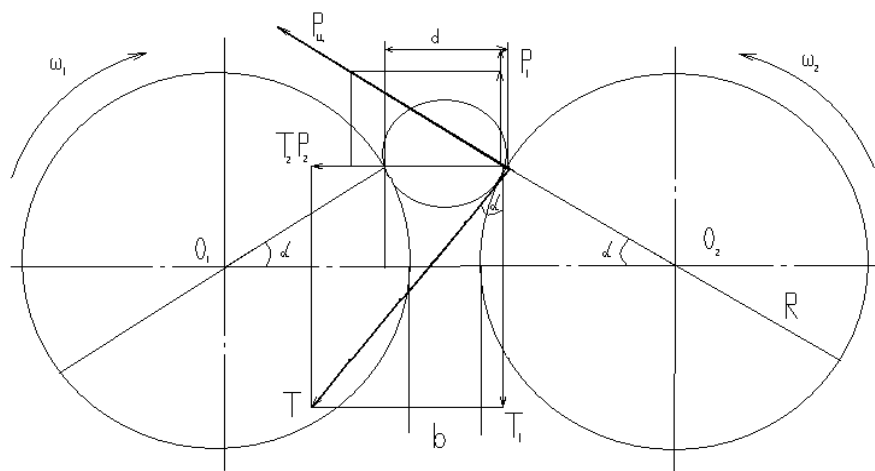


Рис 7.1 Схема вальцового рабочего органа

где:

b_1 – расстояние между точками касания изменяемой частицы с вальцами

b – расстояние между вальцами или размер измельчаемой частицы

R – радиус вальца

На частицу действуют 2 силы.

$P_{ц}$ – центробежная сила, обусловленная вращением вальца (стремится оторвать частицу от поверхности вальца).

T – сила трения между частицей и поверхностью вальца (стремиться затянуть частицу в зазор между вальцами).

Разложим эти силы на составляющие.

По оси ординат на частицу в зазоре действуют P_1 и T_1 .

Для удержания частицы в зазоре между вальцами необходимо условие

$$T_1 > P_1 \quad (7.1)$$

$$tg \varphi > tg \alpha \rightarrow \varphi > \alpha \quad (7.2)$$

Где φ - угол трения частиц продукта о поверхность вальца

α - угол захвата

Оптимальный радиус вальца определим в соответствии со схемой

Расстояние между центрами вальцов с одной стороны

$$O_1O_2 = 2R \cos \alpha + b_1 \quad (7.3)$$

с другой стороны

$$\begin{aligned} O_1O_2 &= 2R + b \\ 2R \cos \alpha + b_1 &= 2R + b \\ R &= \frac{b - b_1}{2(1 - \cos \alpha)} = \frac{b - b_1}{4 \sin \frac{\alpha}{2}} \end{aligned} \quad (7.4)$$

т. к. для нормальной работы $\varphi > \alpha$, то:

$$\boxed{R > \frac{b - b_1}{4 \cdot \sin \frac{\varphi}{2}}} \quad (7.5)$$

По требованиям качества измельчения величина максимально допустимого прогиба вальцов не должна превышать $y_{\max} = 0.01$ мм.

Величина прогиба вальца y зависит от длины вальца и жесткости EI

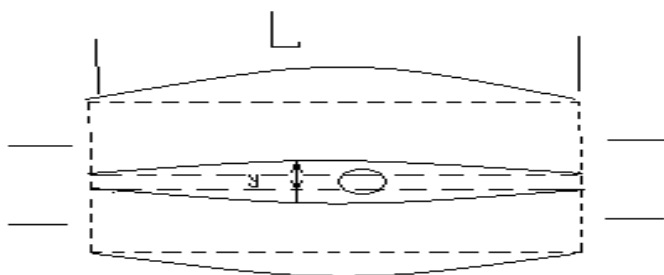


Рис.7.2 Схема прогиба вальцов

$$y_{\max} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{EI} \quad (7.6)$$

где EI – жесткость вала

E – модуль упругости

I – момент инерции вала

тогда

$$D_{\min} = \sqrt[4]{\frac{5 \cdot q \cdot l^4 \cdot 64}{384 \cdot E \cdot \pi y}} \quad (7.7)$$

Производительность вальцового станка

$$Q = \lambda \cdot IV_3 b \psi \quad (7.8)$$

где λ - объемная масса, кг/м³

l – длина вальца, м

V_3 – средняя скорость продукта м/с

b – величина зазора м.

ψ - к-т заполнения рабочей зоны

Задание

Рассчитать оптимальный диаметр и частоту вращения вальцов лабораторной мельницы

при переработке зерна пшеницы $\lambda = 0,76 \cdot 10^3$ кг/м³, $\psi = 0,7$ с

производительностью $Q =$ кг/ч. ,если длина вальца $l = \dots\dots\dots$ м., а

соотношение скоростей вальцов $V_1/V_2 = \dots\dots\dots$

Лабораторная работа

Задание

Определить параметры рабочего органа лабораторной вальцовой мельницы.

Оборудование и приборы

Лабораторная вальцовая мельница.....

Тахометр часового типа

Штангенциркуль

Секундомер

Лабораторные весы ВЛК-1000

Набор инструмента

Лабораторная мельница (Рис. 7.3) состоит из литой чугунной станины, на которой смонтирована рабочая камера с вальцами и барабанным дозатором, исполнительный механизм, обеспечивающий вращение и регулировку зазора вальцов, привод с электродвигателем, а также устройство для разделения продуктов измельчения на фракции.

Описание мельницы.....

Рис 7.3 Лабораторная мельница

Порядок выполнения работы

Изучить конструкцию мельницы, для чего выполнить частичную разборку.

Измерить и определить диаметры и число зубьев шестерен привода вальцов, а также диаметры ведущего и ведомого шкива клиноременной передачи.

По полученным данным рассчитать частоту вращения вальцов.

$$n_{B1} = n_{дв} / i_{кп} \quad (7.9)$$

$$n_{B2} = n_{B1} / i_{зп}$$

где $n_{дв}$ - частота вращения вала электродвигателя

n_{B1} – частота вращения шестерни быстро вращающегося вальца

n_{B2} - частота вращения шестерни медленно вращающегося вальца

$i_{кп} = D/d$ - передаточное отношение клиноременной передачи

$i_{зп} = Z_2/Z_1$ - передаточное отношение зубчатой передачи

Измерить диаметры вальцов и рассчитать окружную скорость быстро V_1 и медленно V_2 вращающихся вальцов и среднюю окружную скорость V_3 .

$$V = \pi D n / 60 \quad (7.10)$$

$$V_3 = (V_1 + V_2) / 2 \quad (7.11)$$

Полученные результаты занести в таблицу и провести сравнительный анализ расчетных и фактических параметров вальцов мельницы.

Таблица результатов измерений

Параметры	Расчетные значения	Фактические значения
Диаметр ведущего шкива мм.		
Диаметр ведомого шкива мм.		
Диаметр вальца мм.		
Частота вращения быстро вращающегося вальца n_{B1} мин ⁻¹		

Частота вращения медленновращающегося вальца $n_{в2}$ мин^{-1}		
Средняя окружная скорость V_3 .		

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать описание устройства и принципа действия лабораторной мельницы, ее технические характеристики, расчеты, порядок выполнения работы, таблицу измерений и выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите разновидности и области применения вальцовых рабочих органов;
2. Из каких материалов изготавливают вальцы?
3. Напишите формулы определения диаметра вальца;
4. Как определить среднюю скорость перемещения продукта в зазоре?

Работа 8.РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ.

Общие положения

Молотковые дробилки относятся к центробежным измельчающим машинам, которые используются для измельчения различных продуктов при производстве комбикормов. Наряду с производством комбикормов молотковые дробилки применяют для измельчения пород в горнодобывающей промышленности, а также для измельчения древесных материалов. В молотковых дробилках продукт измельчается за счет удара быстровращающихся молотков по частицам, соударений частиц друг о друга и о деку, на которую продукт отбрасывается за счет действия центробежных сил.

Достоинство молотковых дробилок состоит в невысоких удельных энергозатратах. Дробление ударом дает больший эффект измельчения, чем дробление раздавливанием. К достоинствам молотковых дробилок относятся также: простота и компактность конструкции, достаточная надежность, небольшой вес, непрерывность работы, большая производительность. Молотковые дробилки различаются по способу крепления молотков, их расположению, числу роторов, по направлению вращения роторов (реверсивные и нереверсивные), по конструкции дек, по типу и положению загрузочного устройства.

Практическое занятие

Задание:

Изучить конструкцию молотковой дробилки и основы расчета основных рабочих параметров, рассчитать конструктивные параметры рабочих органов дробилки ДДМ.

Конструктивно молотковая дробилка состоит из сварного или литого основания на котором установлен корпус и электродвигатель с муфтой. Рабочим органом молотковой дробилки (Рис.8.1) служит ротор 3, на котором шарнирно закреплены молотки 4. Ротор дробилки конструктивно расположен в корпусе вместе с декой 5 и колосниковой решетной системой 6 и через муфту приводится во вращение от электродвигателя.

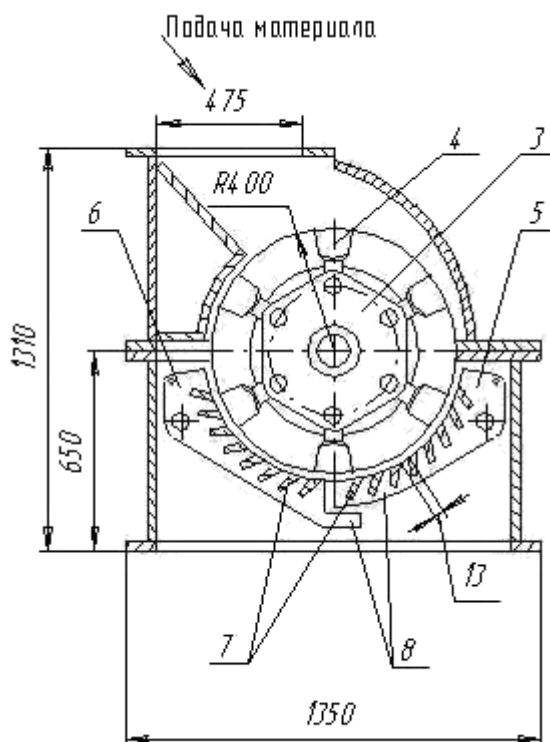
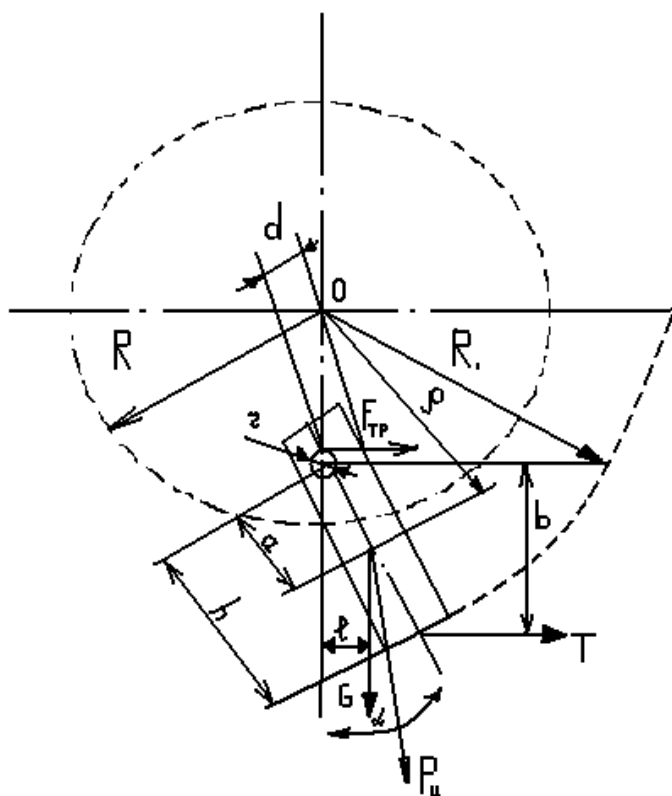


Рис.8.1 Молотковая дробилка

Зернопродукты, подлежащие измельчению, через приемный патрубок поступают в рабочую зону дробилки, в которой происходит соударение частиц продукта с молотками, друг относительно друга, а также с декой, что приводит к разрушению измельчаемого продукта. Измельченные частицы, имеющие размеры меньше размеров отверстий колосниковой решетки проходят сквозь нее и выводятся из рабочей зоны, а крупные частицы подвергаются дополнительному разрушению.

Для расчета конструктивных параметров рабочего органа молотковой дробилки рассмотрим схему сил действующих на молоток (Рис.8.2).



G – вес молотка или режущего элемента

$P_{ц}$ – центробежная сила

α - угол отклонения молотка или режущего элемента при вращении ротора

l – отклонение центра тяжести режущего элемента от положения покоя

r – радиус шарнира элемента

R – радиус вращения ротора

R_l – радиус вращения края молотка

ρ - радиус вращения центра тяжести

h – расстояние от центра вращения до края молотка

Уравнение моментов сил, действующих на молоток как режущий элемент в данный конкретный момент времени.

$$Tb = 6l + P_{ц}d + F_{тр} \cdot r \quad (8.1)$$

$$T = \frac{M_{кр}}{R \cdot z}, \text{ где } M_{кр} - \text{крутящий момент}$$

z – число элементов

$$\text{т. к. } M_{kp} = \frac{N}{w} \Rightarrow$$

$$T = \frac{N}{wRz}$$

$$b = h \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$T \cdot b = \frac{N \cdot h \cdot \cos \alpha}{wRz} \quad 8.2$$

$$6 \cdot l = m \cdot g \cdot a \cdot \sin \alpha$$

$$F_{Tp} \cdot r = P_u \cdot f \cdot r = fmw^2 \rho \cdot r$$

$$P_u \cdot d = mw^2 \rho \cdot d \quad \rho \cdot d = R \cdot a \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

$$P_z \cdot d = mw^2 R \cdot a \cdot \sin \alpha$$

Подставим в (8.1), получим

$$\frac{Nh \cdot \cos \alpha}{wR \cdot z} = mga \cdot \sin \alpha + fmw^2 \rho r + mw^2 R \cdot a \cdot \sin \alpha$$

Граничный случай – угол отклонения элементов $\alpha = 0$.

$$\frac{Nh}{wR_1 z} = fmw^2 \rho r \quad 8.3$$

$$w^3 = \frac{Nh}{fmR_1 z \rho r}$$

$$w \geq \sqrt[3]{\frac{Nh}{fmR_1 z \rho r}}$$

Производительности молотковой дробилки зависит от конструктивных и динамических параметров

$$Q = \kappa \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot L \cdot n \quad 8.4$$

где κ – к-т, зависящий от физико-механических характеристик продукта;

γ - объемная масса, кг/м³

D – диаметр рабочего органа, м

L – длина ротора, м

n – частота вращения, сек⁻¹

Задача1. Рассчитать угловую скорость ротора дробилки ДДМ при измельчении зерна пшеницы если дано:

γ - объемная масса пшеницы= $0,76 \times 10^3$ кг/м³

D – диаметр рабочего органа= $0,8$ м

L – длина ротора, м

k – к-т, зависящий от физико-механических характеристик продукта;

РАБОТА 9. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ.

Общие положения

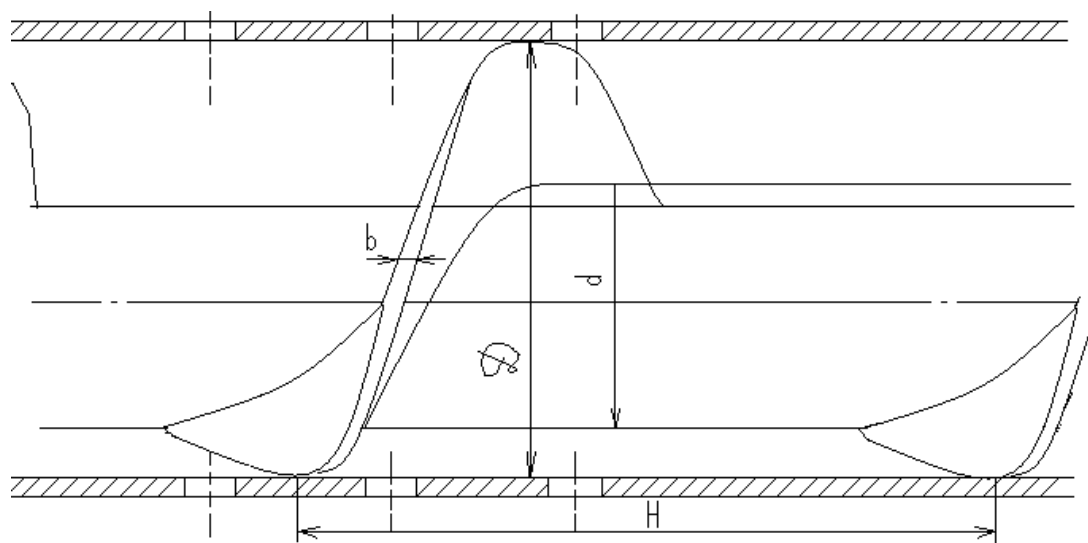


Рис.9.1 Схема шнекового рабочего органа

Давление в прессуемой массе P_x подчиняется экспоненциальному закону

$$P_x = P_0 \cdot e^{A \cdot x} \quad (9.1)$$

где P_0 — исходное давление в зоне загрузки

A — постоянный коэффициент, зависящий от конструктивных параметров пресса и физико-механических свойств обрабатываемого материала,

x — расстояние по оси шнека от зоны загрузки.

Для расчета на прочность витка шнека рассмотрим схему. Пластины витка шнека принимаем в виде замкнутого кольца, закрепленного к телу шнека по внутреннему диаметру.

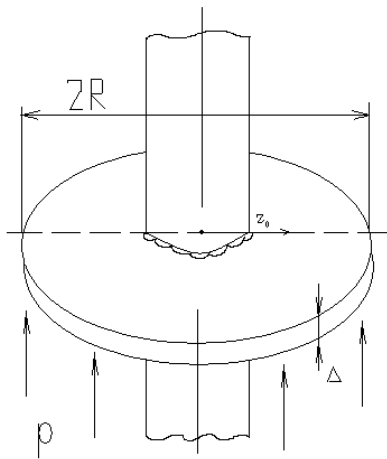


Рис9.2 Расчетная схема витка шнека

Производительность шнека определяется в зависимости от его назначения.

Для шнековых рабочих органов транспортеров и дозаторов производительность определяется по формуле:

$$Q=0.785(D^2-d^2)(H-D)(1-k_0)\gamma \cdot \psi \cdot \omega \quad (9.2)$$

Для силовых шнековых рабочих органов, используемых в прессах и нагнетателях производительность определяется зависимостью:

$$Q=0.125(D^2-d^2)(H-\Delta)(1-k_0)\gamma \cdot \psi \cdot \omega \quad (9.3)$$

Крутящий момент на валу шнека:

$$M_{кр} = 0,131 \cdot z \cdot P_{max}(D^3-d^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{cp}, \text{ Нм} \quad (9.4)$$

Осевое усилие, действующее на валу шнека:

$$F_0 = 0,393z \cdot P_{max}(D^2-d^2), \text{ Н} \quad (9.5)$$

Где Δ -толщина витка шнека

ω –угловая скорость с^{-1}

γ - объемная масса продукта, кг/м^3 ;

ψ - коэффициент заполнения объема для сыпучих продуктов $\psi = 0,7-0,85$;
для вязких продуктов $\psi = 0,85-1,0$

z - число рабочих витков шнека.

P - максимальное давление в рабочей зоне шнека Па

D - диаметр шнека м.

d - диаметр вала шнека м.

H - шаг шнекам.

K_o – коэффициент отставания перемещаемого шнеком продукта = 0,3-0,4

$tg\alpha_{cp}$ - тангенс среднего угла наклона винтовой линии шнека

Расчет нормальных $\sigma_{сж}$ и касательных τ напряжений в опасном сечении шнека проводим соответственно исходя из действующего осевого усилия F_0 и площади сечения вала S , или крутящего момента $M_{кр}$ и момента сопротивления вала шнека W .

$$\sigma_{сж} = F_0 / S, \text{ МПа}, \quad \tau = M_{кр} / W, \text{ МПа} \quad (9.6)$$

Практическое занятие

Задание1 Определить производительность шнекового рабочего органа лабораторной мясорубки при различных значениях частоты вращения шнека.

Задание2 Определить производительность шнекового рабочего органа дозатора при различных значениях частоты вращения шнека.

Дано: Диаметр шнека- $D =$

Диаметр вала - $d =$

Число рабочих витков- $z =$

Шаг шнека - $H =$

Толщина витка- $\Delta =$

Угловая скорость- $\omega_1 = \quad \omega_2 = \quad \omega_3 =$

Лабораторная работа

Определение зависимости производительности шнекового рабочего органа от угловой скорости.

Задание: Определить влияние угловой скорости шнека на производительность мясорубки и дозатора .

Оборудование, приборы , материалы

- 1.Лабораторный образец установки,
- 2.Тахометр часового типа,
- 3.Секундомер
- 4.Лабораторные весы

Порядок выполнения работ

Лабораторную работу проводят на лабораторном образце мясорубки(Рис9.3), который состоит из корпуса ,внутри которого помещен мотор-редуктор. Выходной вал мотор-редуктора выходит во внутрь шнековой камеры, где соединяется с валом шнека для передачи вращения. Шнек задним хвостовиком жестко соединяется с валом мотор-редуктора. Опорой переднего хвостовика шнека служит центральное отверстие решетки. Решетка устанавливается в центрирующие пазы и крепится к корпусу шнековой камеры с помощью опорной гайки. В верхней части шнековой камеры имеется загрузочное отверстие, соединенное с приемным патрубком, служащим для подачи продукта в рабочую зону шнековой камеры.

Шнек мясорубки (Рис.9.4) изготовлен из пищевого алюминия методом центробежного литья либо литья под давлением с целью получения качественного материала и обеспечения повышенной прочности детали. Передний хвостовик шнека имеет круглую опорную поверхность для установки решетки ,а также шейку квадратного сечения для установки крестового ножа.

Задний хвостовик шнека имеет квадратное сечение для жесткого соединения с валом мотор-редуктора.

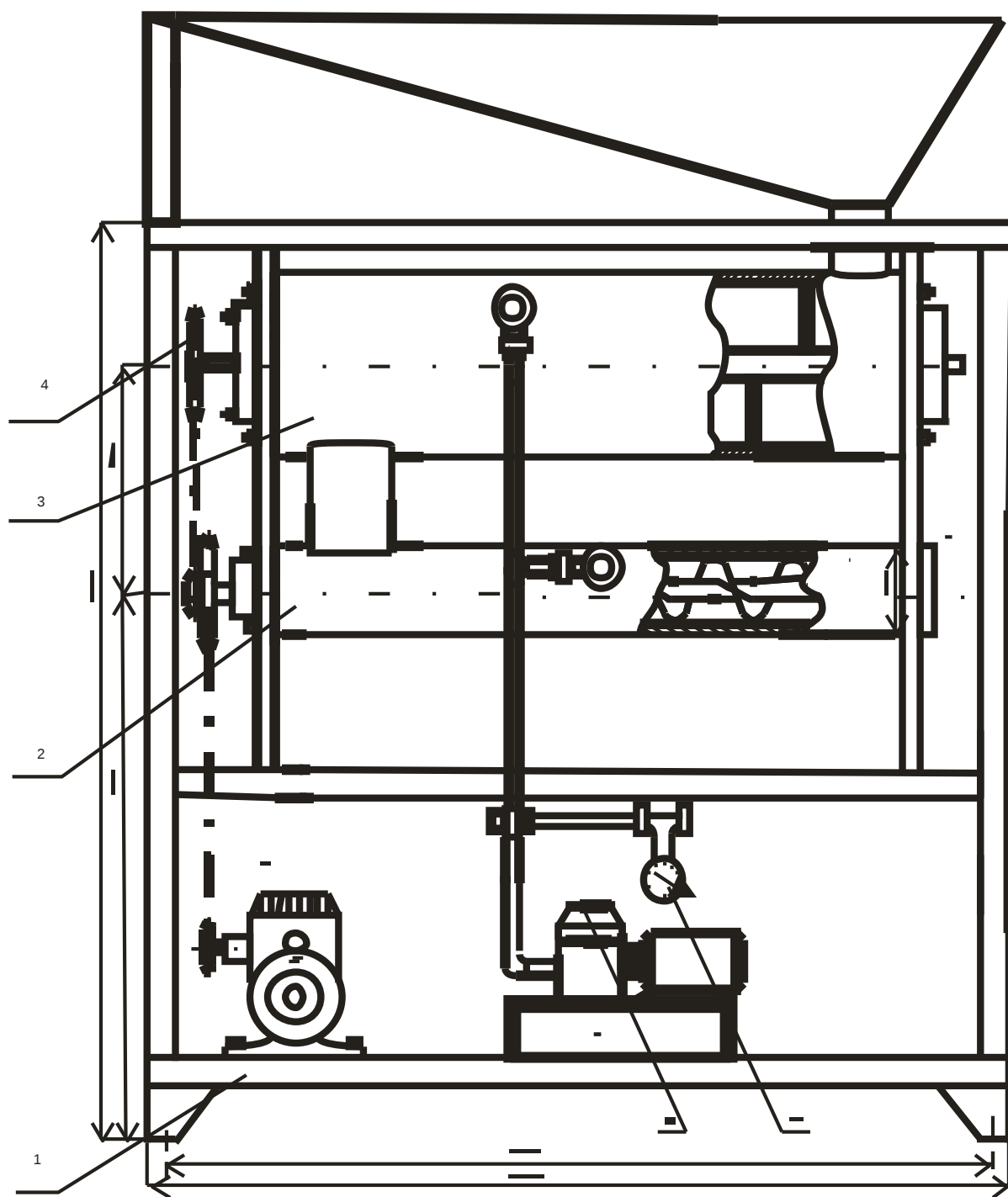


Рис9.3 Макаронный пресс

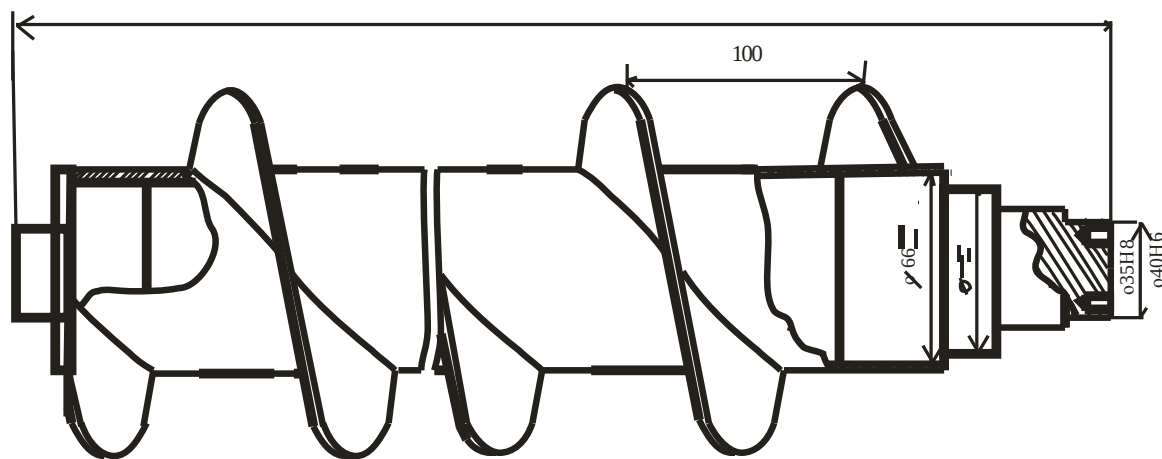


Рис.9.4 Шнек макаронного пресса

Порядок выполнения работы

Выполнение работы необходимо начать с проверки состояния макаронного пресса, для чего, открутив маточную гайку, снять решетку и вынуть шнек из шнековой камеры. Для контроля нормальной работоспособности привода шнека включить на короткое время электродвигатель и убедиться в свободном плавном вращении выходного вала мотор-редуктора. Произвести замер основных конструктивных параметров шнека и зафиксировать их.

Сравнить результаты замеров с конструктивными параметрами заданными для расчета. После проверки работоспособности привода установить шнек в шнековую камеру, убедившись в зацеплении заднего хвостовика с валом мотор-редуктора, установить матрицу на передний хвостовик вала и

закрепить опорной гайкой. После сборки включить макаронный пресс, окончательно убедиться в ее работоспособности и замерить частоту вращения шнека с помощью тахометра часового типа.

При включенной мясорубке подать через приемный патрубок заранее приготовленные ломтики мяса, пользуясь специальной насадкой-толкателем.

Производительность мясорубки определяют количеством фарша, выходящего из отверстий решетки в течение определенного времени, для чего фарш обрезают в начале и в конце цикла эксперимента, фиксируя время по секундомеру. После обрезки фарш взвешивают и результаты заносят в таблицу. Производительность мясорубки определяют для трех значений угловых скоростей, указанных в задании. Для получения достоверных результатов эксперимент повторяют не менее трех раз.

По результатам эксперимента построить график зависимости производительности мясорубки от частоты вращения шнека и сравнить с расчетными данными производительности.

Определение влияния частоты вращения шнека на производительность дозатора проводят также на данной установке, сняв крестовый нож и, заменив решетку на трехстоечную опору, в результате чего резко снизится давление в шнековой камере.

Эксперименты проводят в соответствии с вышеизложенной методикой, а полученные результаты сравнивают с расчетными, после чего необходимо дать обоснование и составить выводы.

Таблица Результаты измерений

Угловая скорость шнека с^{-1}	Время сек.	Масса продукта г.	Производи тельность мясорубки кг/с	Производи тельность дозатора кг/с.

Отчет о работе

Отчет должен содержать расчет производительности шнекового рабочего органа мясорубки и дозатора, методику и порядок выполнения работы, а также данные, полученные при проведении эксперимента с обоснованием и выводами.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры практического использования шнековых рабочих органов;
2. В чем отличие расчета производительности шнекового пресса и шнекового дозатора или транспортера;
3. Как определить момент инерции тела вращения;
4. Как определить средний угол наклона винтовой линии витка шнека

Работа 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТ

Общие положения

Пробивные сита и решета находят широкое применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. В сельском хозяйстве пробивные сита и решета используются в процессах шелушения, очистки, сепарации и дробления зерна, в производстве комбикормов. В пищевой промышленности пробивные сита и решета используются в процессах очистки продуктов размола, проращивания солода на мукомольных, кондитерских, ликероводочных и пивоваренных комбинатах; для сепарации молока, в производстве масла и сыра, в рыбо- и мясопереработке.

Решета или сита являются основным рабочим органом зерноочистительных сепараторов и сортирующих машин. Применяемые сита по способу изготовления подразделяются на штампованные решета из металлических листов и тканые металлические или полимерные сетки. Штампованные решета изготавливают из оцинкованной, отожженной окрашенной или нержавеющей листовой стали, а тканые - из стальной низкоуглеродистой либо латунной проволоки, а также из шелковых и капроновых нитей. Пробивные штампованные решета выпускаются с круглыми, квадратными, треугольными и щелевидными отверстиями.

В результате просеивания через одно сито исходный продукт разделяется на две фракции, содержащиеся частицы разные по размерам. Фракцию частиц, имеющих размеры меньше размеров отверстий решета и проходящую через отверстия сита, называют проходом. Фракция с частицами, размер которых больше размеров отверстий перемещается по поверхности (сход) решета .

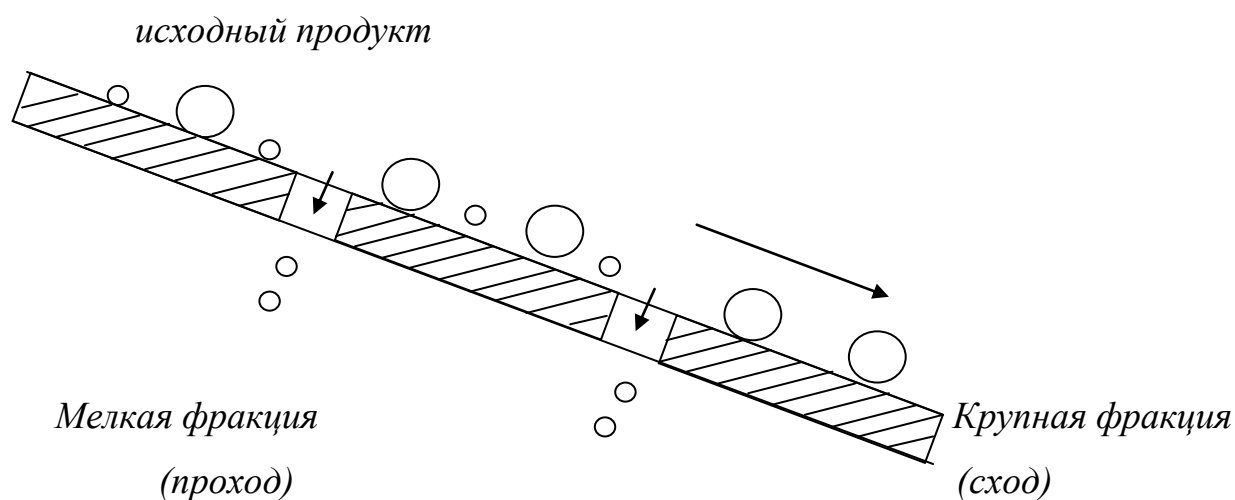


Рис.10.1 Схема сепарирования продукта.

Рабочим размером штампованных сит является:

- для круглых отверстий – диаметр;
- для прямоугольных – ширина;
- для треугольных – сторона правильного треугольника.

Номер сита – это увеличение в 10 раз величины рабочего размера отверстия в миллиметрах.

Круглые отверстия обычно пробиваются в листах в шахматном порядке, каждое из них находится в центре правильного шестиугольника, вершины которого составляют центры смежных отверстий

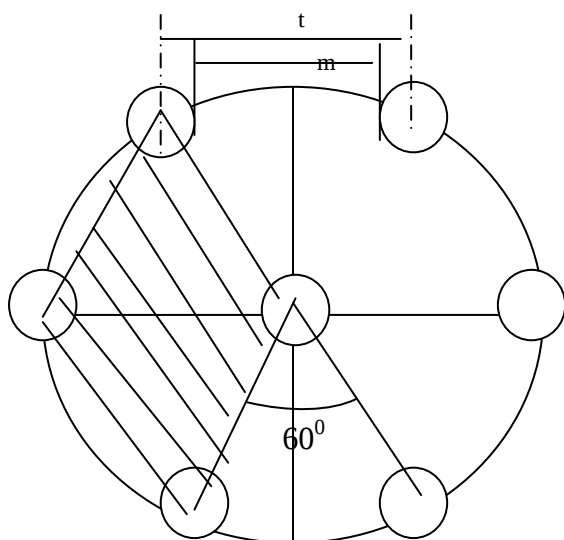


Рис 10.2 Схема расположений отверстий в круглом решете

При таком расположении обеспечивается наиболее высокий коэффициент использования площади сита и одинаковая прочность полотна во всех направлениях.

Решета с прямоугольными отверстиями выполняют с прямыми рядами отверстий и поперечно-смещенными рядами.

В машине решета с прямоугольными отверстиями располагают так, чтобы продольная ось отверстий совпадала с направлением движения продукта.

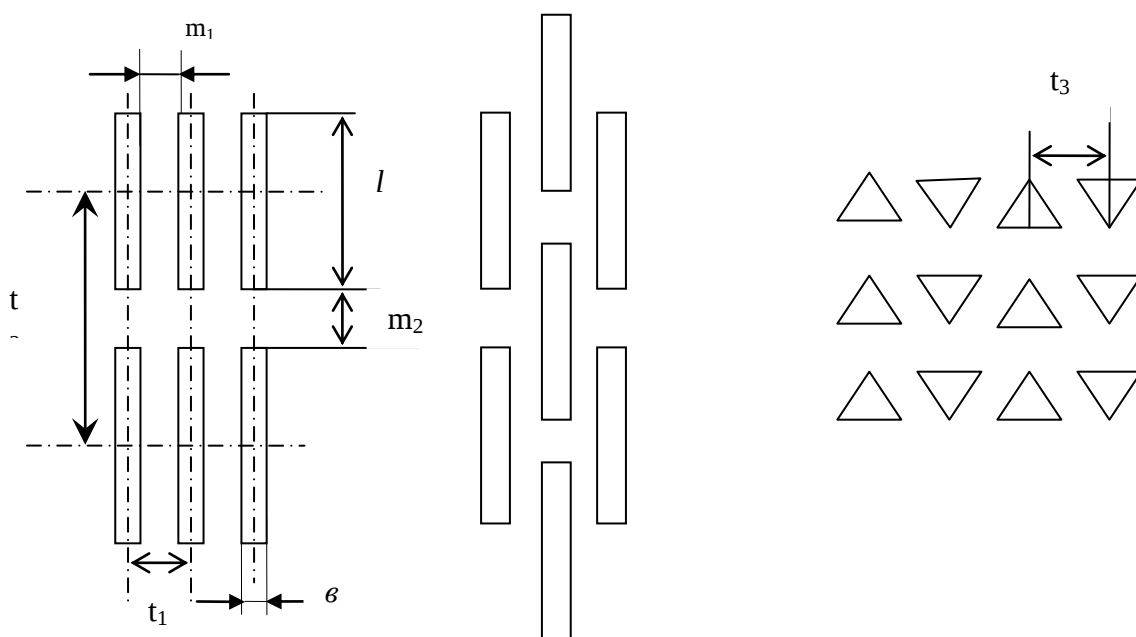


Рис. 10.3 Схема расположения прямоугольных и треугольных отверстий

Решета с треугольными отверстиями сконструированы с учетом расположения отверстий с определенным шагом и они сориентированными так, что одна из сторон треугольника была перпендикулярна оси ряда, а в смежных рядах треугольники направлены в разные стороны.

Основной характеристикой решет и сит является коэффициент живого сечения K_F (%), определяющийся по формуле:

$$K_F = \left(\frac{F_o}{F} \right) \cdot 100, \quad (10.1)$$

где F_o – площадь отверстия, m^2 ;

F – площадь сита, приходящиеся на одно отверстие, m^2

Тогда для сит с круглыми отверстиями коэффициент живого сечения будет:

$$K_k = \frac{\pi d^2}{4(d + m)^2 \sin 60^\circ} \cdot 100, \% \quad (10.2)$$

Для сит с прямоугольными отверстиями:

$$K_{\Pi} = \frac{b \cdot l}{4(b + m_1)(l + m_2)} \cdot 100, \% \quad (10.3)$$

Живое сечение тканых сит значительно больше живого сечения штампованных. Однако в штампованных ситах могут быть выполнены отверстия любой формы, тогда как в тканых ситах отверстия могут быть прямоугольной или квадратной формы.

Практическое занятие

Рассчитать коэффициенты живого сечения решета с круглыми отверстиями № 32, с прямоугольными отверстиями № 20 и шелкового сита №

Лабораторная работа

Определить конструктивные параметры стандартных штампованных решет и металлотканых сит.

Оборудование и инструмент:

Комплект решет и сит

Штангенциркуль

Рулетка измерительная

Оптический микрометр

Порядок выполнения работы

Изучить методику измерений размеров с помощью штангенциркуля и оптического микрометра.

С помощью измерительной рулетки произвести замеры размеров полотен решет и сравнить со стандартными размерами.

Замерить с помощью штангенциркуля размеры отверстий решет в трех-четырех местах. Выбрать участок решета, например 100 x 100мм. и посчитать число отверстий на данной площади решета. Определить площади отверстий решет с различной формой и определить коэффициенты живых сечений для различных отверстий.

Измерить оптическим микрометром размеры отверстий тканых сит, повторить замеры и по среднему значению размера отверстий определить площадь и коэффициент живого сечения сита.

Результаты расчетов и измерений занести в таблицу измерений и провести сравнительный анализ полученных результатов.

Таблица результатов измерений и расчетов

Измеряемый параметр	Значение

Отчет о работе

Отчет должен содержать:

1. Описание основных отличительных характеристик и свойств решет и сит;
2. Краткое описание оборудования и приборов;
3. Порядок выполнения работы;
4. Таблицу результатов расчетов и измерений и сравнительный анализ полученных результатов;
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды и области применения решет и сит;
2. Способы изготовления и материалы для решет и сит;
3. Что называют площадью и коэффициентом живого сечения решет?
4. Как определить коэффициент живого сечения решета или сита?

РАБОТА 11. ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОРТИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ.

Общие положения

Классификация процессов сепарирования.

Очисткой называют процесс отделения посторонних примесей из исходного сыпучего материала.

Сепарированием называется процесс механического разделения сыпучих материалов на фракции, различающиеся геометрическими признаками и физическими свойствами. Машины, применяемые для механического разделения сыпучих материалов на фракции называют сепараторами.

Выбор способа сепарирования определяется в зависимости от основных признаков различия частиц разделяемых компонентов сыпучей смеси. К основным признакам частиц относят:

- гранулометрические характеристики продукта - длину, ширину, толщину и форму частиц;
- плотность – отношение массы частицы к ее объему;
- упругость – оценивают коэффициентом восстановления нормальной скорости, т.е. отношением проекции скорости после удара частицы о неподвижную поверхность к такой же проекции скорости до удара;
- трение о поверхность – определяется коэффициентом сухого трения, т.е. отношением тангенциальной реакции связи к нормальной реакции при относительном движении;
- скорость витания – характеризуется коэффициентом парусности;
- магнитные свойства – способность тела намагничиваться при воздействии на него внешнего магнитного поля.

Классификация способов и оборудования для сепарирования представлена в табл.11.1.

Таблица 11.1 Классификация процессов сепарирования

Признаки различия частиц		Способ сепарирования	Название машины	Характерные случаи применения
основные	сопутствующие			
длина	форма	триерование	триера	очистка зерна пшеницы от овсюга и куколя
ширина	плотность, форма	просеивание на колеблющихся ситах с круглыми и квадратными отверстиями	зерноочистительные сепараторы (ситовая часть)	фракционирование зерна, очистка от крупных примесей
толщина	плотность, форма	просеивание на колеблющихся ситах с прямоугольными удлиненными отверстиями	зерноочистительные сепараторы (ситовая часть)	очистка зерна от мелких и тяжелых примесей
плотность частиц	размеры, форма, состояние поверхности	самосортирование при горизонтальных круговых поступательных колебаниях поверхностей	камнеотделитель	очистка зерна от минеральных примесей
плотность частиц и коэффициент трения	размеры, форма	вибрационное перемещение в аэрируемом слое без просеивания	вибропневматические камнеотделительные машины	очистка зерна от минеральных примесей
упругость и коэффициент ударного трения	плотность и форма	виброударное сепарирование	падди-машины, крупотделитель Беспалова	извлечение ядра из продуктов шелушения риса и др. крупяных культур
форма, плотность, к-т трения	размеры	просеивание на неподвижных наклонных ситах	сортирующие горки	Отбор зерна из продуктов шелушения риса
скорость витания, размеры	форма	ситовеечный процесс	ситовеечные машины	сепарирование продуктов измельчения зерна
размеры	плотность, форма	просеивание на горизонтальных ситах с круговыми поступательными колебаниями	мельничные и крупяные сепарирующие машины	сепарирование продуктов на мельницах и крупяных заводах
магнитная восприимчивость	размеры, к-т трения	магнитное сепарирование	магнитные сепараторы	Очистка зерна и продуктов переработки от металломагнитных примесей

Для выбора принципа или схемы сепарирования по данным исследований физико-механических свойств зерен основной культуры и сопутствующей ей примеси строят вариационные кривые и корреляционные таблицы, характеризующие изменчивость исследуемых признаков. По расположению вариационных кривых оценивают возможность разделения смеси на фракции и выделение сопутствующей примеси из семян по одному признаку.

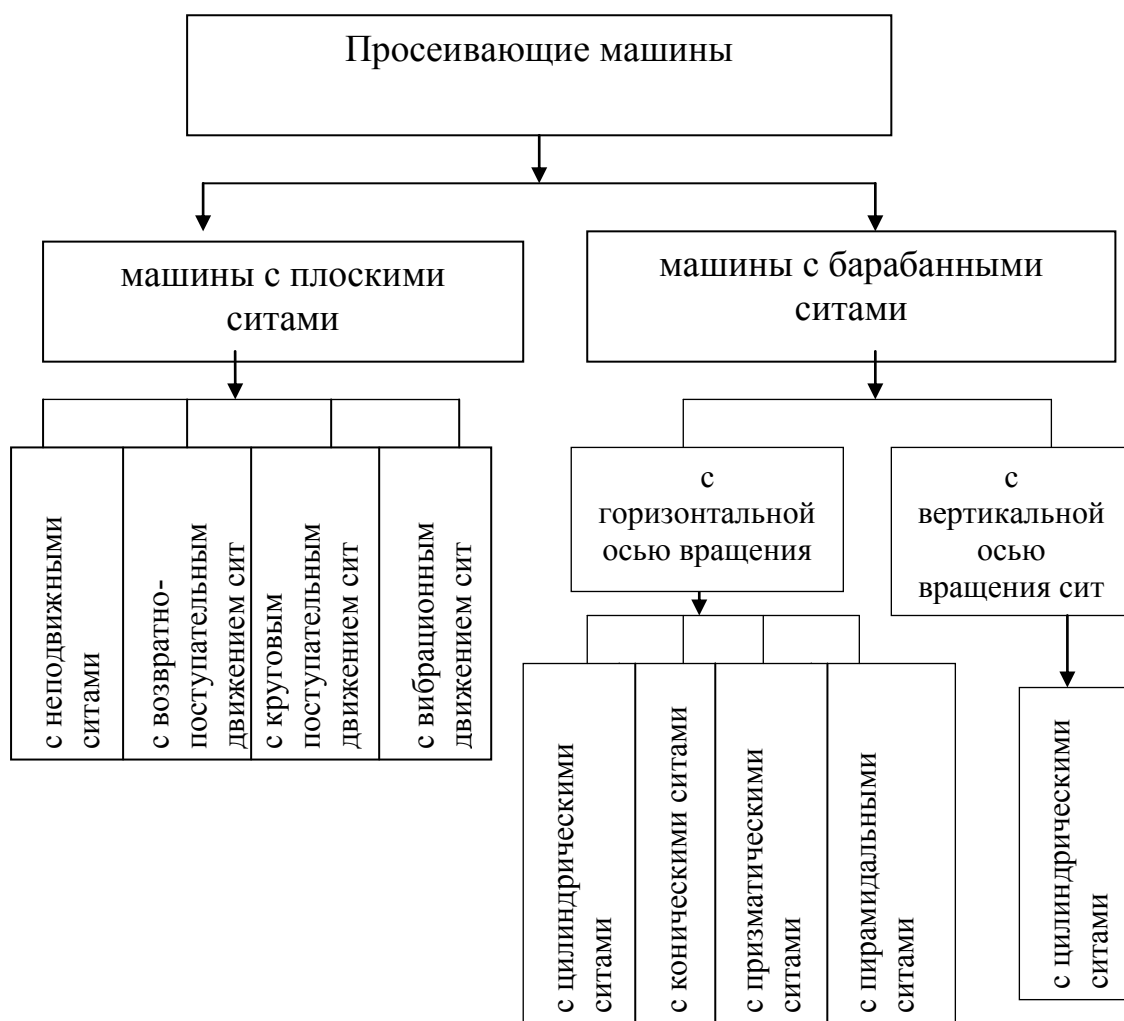


Рис.11.1 Классификация просеивающих машин

Ситовые сепараторы применяют:

- для очистки зерновых смесей от примесей, отличающихся от основного зерна линейными размерами (шириной и толщиной);
- для фракционирования зерна по крупности при подготовке крупяных культур к шелушению;
- для доведения семенного зерна до базисных кондиций;
- для сортирования продуктов шелушения и измельчения зерна.

Для оценки работы сепараторов учитывают следующие параметры:

1. производительность Q (кг/с, кг/час.) – количество зерна ,обработанного в единицу времени;
2. эффективность очистки зерна от примесей, E (%);

3. содержание полноценного зерна в отходах- это качественная сторона процесса.

Производительность сепаратора определяется зависимостью:

$$Q = \quad (11.2)$$

Эффективность очистки зерна от примесей определяется по формуле:

$$E = \frac{A-B}{A}(100-a), \% \quad (11.1)$$

А – количество примесей в исходном зерне, %;

Б – количество примесей в зерне после очистки, %;

а – количество полноценного зерна в отходах в % к массе выделенного зерна

Практическое занятие

Изучить устройство и принцип действия сепарирующих машин с плоскими и барабанными решетками.

1. Рассчитать производительность сепаратора с плоскими решетками, если ширина стандартного решета составляет $b=990\text{мм.}$,

а длина соответственно $l =$ при сепарировании зерна пшеницы.

2. Рассчитать производительность сепаратора с круглыми решетками, если диаметр решета составляет $d=250\text{мм.}$ а длина соответственно $l = 990\text{мм.}$ при сепарировании проса.

Лабораторное занятие

Определить конструктивные параметры установки МСС-1 с круглыми решетками для сортировки и калибровки зернопродуктов.

Оборудование, приборы, материал:

Установка МСС-1(производства УНПЦ «Волгоагротехника СГАУ);

Штангенциркуль;

Комплект слесарного инструмента;

Секундомер;

Лабораторные весы ВЛК1000;

Угломер.

Тахометр часового типа

Порядок выполнения работы

Для проведения лабораторной работы используется установка МСС-1 (Рис.11.1) для сортировки и калибровки зернопродуктов. Установка состоит из основания, выполненного в виде сварной конструкции из углового проката. На основании консольно на опорном валу закреплен решетный барабан, состоящий из трех сменных цилиндрических обечаек диаметрами 220мм., 300мм. и 400мм., изготовленных из стандартных решет и наружной обечайки, изготовленной из листовой стали.

Решетный барабан приводится во вращение с помощью резинового ролика фрикционной двухступенчатой передачи, установленного на приводном валу. На противоположном конце приводного вала расположена клиноременная передача, обеспечивающая передачу вращения от электродвигателя к приводному валу. В верхней части установки расположен бункер-накопитель с дозатором для регулировки подачи зерна в рабочую зону.

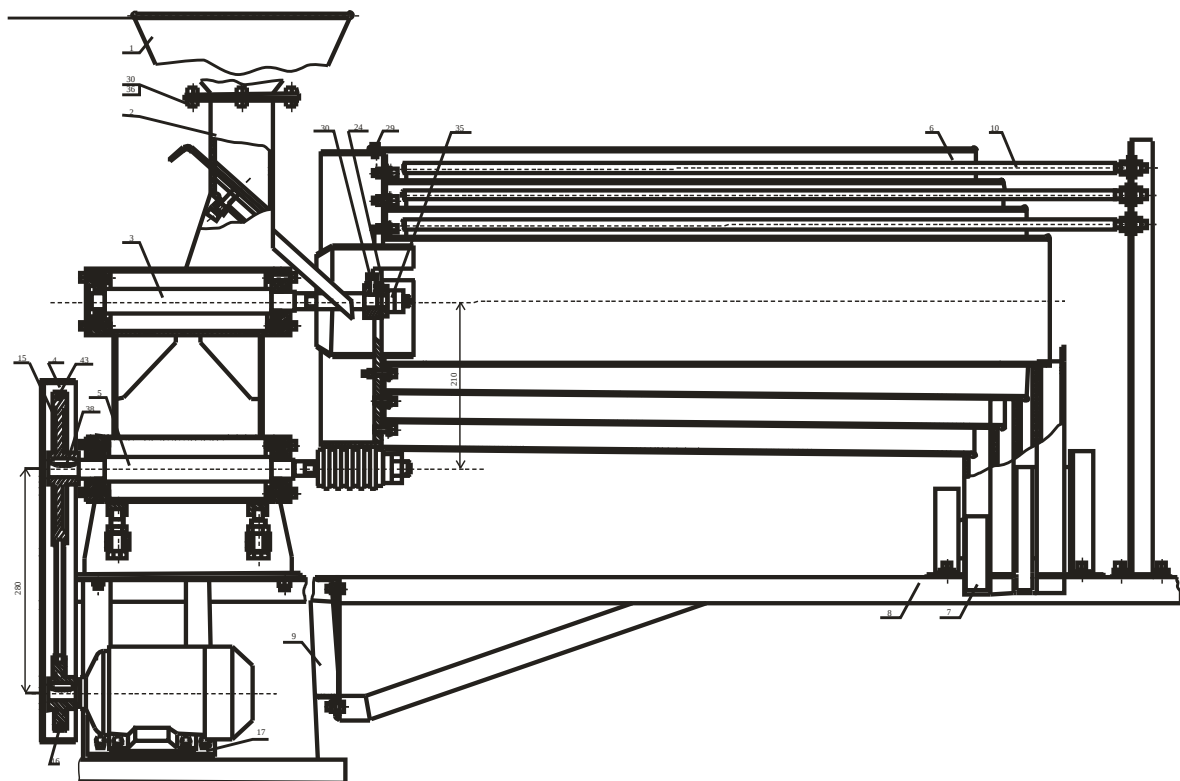


Рис 11.1 Установка МСС-1 для сортировки и калибровки зернопродуктов

Работает установка следующим образом: зерно из бункера-накопителя регулируемым потоком поступает на внутреннюю поверхность первого цилиндра. При вращении решетного барабана, наклоненного к горизонту, зерно перемещается по поверхности цилиндра одновременно в окружном и продольном направлении, в результате чего происходит проход мелких частиц сквозь отверстия решета, тогда как более крупные частицы перемещаются по поверхности решета на сход.

Частицы, прошедшие сквозь отверстия попадают на поверхность следующего цилиндра и процесс повторяется. Таким образом происходит разделения зерна на размерные фракции.

Для выполнения лабораторной работы рассчитать частоту вращения решетного барабана при различных диаметрах ведущего шкива электродвигателя 100мм.,150мм.,200мм., для чего измерить диаметр ведомого шкива, диаметры ролика и бандаж фрикционной передачи .

На первом этапе установить ведущий шкив диаметром 100мм. на валу электродвигателя, запустить установку и замерить время обработки партии зерна, находящейся в бункере при угле наклона оси решетного барабана к горизонту 7° , 10° , 15° . Повторить эксперимент при диаметрах ведущего шкива соответственно 150мм. и 200мм.

По полученным экспериментальным данным рассчитать производительность установки.

Результаты экспериментов занести в таблицу измерений

Таблица измерений

Параметр	Расчетное значение	Экспериментальное значение

Отчет о работе

Отчет должен содержать:

1. Описание основных отличительных характеристик и свойств сепарирующих машин;
2. Краткое описание оборудования и приборов;
3. Порядок выполнения работы;
4. Таблицу результатов расчетов и измерений и сравнительный анализ полученных результатов;
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды сепарирующего оборудования;
2. Назовите основные конструктивные параметры сепараторов;
3. Как влияет частота вращения барабана на производительность сепаратора
4. Как влияет угол наклона барабана на производительность сепаратора

Работа 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

АВТОКЛАВА АКВ-2

Общие положения

Автоклав относится к емкостным и теплообменным аппаратам, например: для хранения жидкостей и проведения технологических процессов при внутреннем избыточном давлении.

Автоклавы могут иметь вертикальное и горизонтальное исполнение. Наибольшее распространение получили вертикальные аппараты, т. к. в них исключены дополнительные напряжения при изгибе, возникающие в корпусе при действии силы тяжести аппарата и находящейся в нем среды.

Если давление в какой-либо точке на внутренней поверхности сосуда превышает 0,07 МПа без учета гидростатического давления, то при проектировании и изготовлении сосудов необходимо выполнить ряд требований, предусмотренных нормами Ростехнадзора .

При давлении в аппарате менее 10 МПа цилиндрические корпуса выполняют из пластичных материалов, например, из стальных листов – вальцовкой и сваркой. При соединении медных и латунных листов применяют так же пайку.

При давлении среды мене 0,8 МПа цилиндрические обечайки могут быть выполнены литыми совместно с днищем из хрупких материалов (чугун, бронза и т.д.).

При конструировании сварных и паяных обечаек необходимо учитывать условия:

- листы желательно выбирать больших размеров для того чтобы общая длина швов была наименьшей;
- число продольных швов должно быть наименьшим, они должны располагаться в шахматном порядке и иметь доступ для осмотра;
- не следует выполнять отверстия в сварных швах.

Для изготовления автоклава следует применять сталь обыкновенного качества с улучшенными характеристиками типа ВСт.3, так как данная сталь обладает повышенными пластическими свойствами.

Практическое занятие

Рассмотрим автоклав в виде вертикального тонкостенного сосуда с жидкостью, находящейся под избыточным внутренним давлением

Если на жидкость действует дополнительное давление p_0 (Па), то наибольшее давление

$$p = p_0 + \rho_{ж} H g \quad (12.1)$$

где:

H – высота цилиндрического сосуда (уровня жидкости в сосуде), м;

$g = 9,81 \text{ м/сек}^2$;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м^3

Расчет напряжений в стенке корпуса ведется по безмоментной теории оболочек.

Окружные напряжения для цилиндрической оболочки

$$\sigma_t = \frac{pV}{\delta} = \frac{p_0 + \rho_{ж} g H}{\delta} r \quad (12.2)$$

Меридианное напряжение: $\sigma_m = \frac{pr}{2\delta}$

Для пластичных материалов уравнение прочности имеет вид:

$$\sigma_t = \frac{p_0 + \rho_{ж} g H}{\delta} r \leq [\sigma]_p \quad (12.3)$$

где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение на сжатие МПа .

δ – толщина стенки автоклава м.

Исходя из данного выражения, определим толщину стенки сварного цилиндрического сосуда:

$$\delta = \frac{pD}{2\varphi[\sigma]_p - p} + C + C_1 \quad (12.4)$$

где D – внутренний диаметр сосуда м.;

C – прибавка на коррозию; для сталей 1...3 мм, в зависимости от агрессивности среды, срок службы, размеров;

φ – коэффициент прочности сварного соединения $\varphi = 0,7 \dots 1,0$ – от вида сварного шва;

C_1 – прибавка из конструктивных соображений до стандартного значения толщины металлопроката.

Данная зависимость может быть использована при соблюдении условия:

$$(\delta - C) / D \leq 0.1 \quad (12.5)$$

Задание

Рассчитать толщину стенки корпуса автоклава АКВ-2 если дано:

Рабочее давление внутри корпуса $P =$ МПа.

Наружный диаметр корпуса $D =$ м.

Материал корпуса ВСт3

Лабораторная работа

Задание

Изучить конструкцию автоклава и определить соответствие толщины стенки автоклава, полученной расчетным путем, с фактической.

Оборудование и приборы:

Автоклав АВ-2;

Рулетка;

Штангенциркуль.

Порядок выполнения работы

Изучить устройство, характеристики и принцип действия автоклава АКВ-2.

Измерить наружный диаметр автоклава с помощью рулетки.

Штангенциркулем измерить толщину стенки автоклава в трех местах.

Результаты измерений и результаты расчета занести в таблицу

Таблица измерений

Рабочее давление	МПа.	
Максимальное давление	МПа.	
Расчетная толщина стенки	мм.	
Фактическая толщина стенки	мм.	
Наружный диаметр	м.	

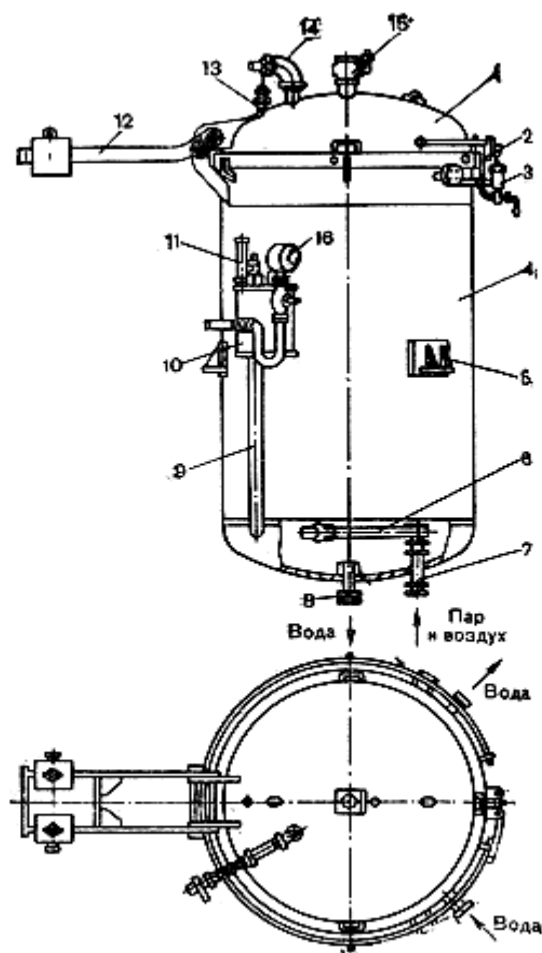


Рис.12.1 Автоклав АВ-2

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать описание автоклава, его технические характеристики, расчеты, порядок выполнения работы, таблицу измерений и выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите разновидности емкостных и теплообменных аппаратов;
2. Какие требования предъявляют к сосудам высокого давления;
3. Напишите формулу расчета толщины стенки автоклава;
4. Почему для изготовления корпусов сосудов не применяют качественные стали?