

НОО "ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА"

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТРАСЛИ

Учебное пособие

Василевская С.П., Касимов Р.Н.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
КАФЕДРА МАШИН И АППАРАТОВ ХИМИЧЕСКИХ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Василевская С.П., Касимов Р.Н.

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТРАСЛИ**

**Учебное пособие**

**Оренбург  
2020**

УДК 664.02 (076.5)

ББК 36.81-5я7

В 68

Рецензент – профессор, доктор технических наук В. Ю. Полищук

**Василевская, С.П.**

В 68 Технологическое оборудование отрасли: учебное пособие / С.П. Василевская, Р.Н. Касимов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 102 с.

ISBN 987-56045402-1-3

Основное содержание: учебное пособие содержит общие сведения о конструкциях, принципах действия технологического оборудования. Кратко изложены теоретические сведения и методики расчетов основных технологических и конструктивных параметров оборудования.

Учебное пособие предназначено для проведения практических работ по курсам «Оборудование малых производств», «Оборудование мясоперерабатывающих предприятий», «Технологическое оборудование предприятий отрасли» очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

УДК 664.02 (076.5)

ББК 36.81-5я7

© Василевская С.П.,  
Касимов Р.Н., 2020

© ОГУ, 2020

ISBN 987-56045402-1-3

## Содержание

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Введение</b> .....  | <b>5</b>  |
| <i>Практическая работа №1. Насосы</i> .....  | <b>6</b>  |
| <i>Практическая работа №2. Определение основных эксплуатационных характеристик и анализ работы расстойно-печного мини-агрегата РЗ – ХЛП</i> .....      | <b>22</b> |
| <i>Практическая работа №3. Исследование работы универсального привода П-11 и сменных механизмов к нему (мясорубки, измельчители и рыхлители)</i> ..... | <b>28</b> |
| <i>Практическая работа №4. Камнеотделительные машины</i> ...   | <b>38</b> |
| <i>Практическая работа №5. Изучение устройства и правил эксплуатации сепаратора-сливкоотделителя</i> .....   | <b>47</b> |
| <i>Практическая работа № 6. Изучение конструкции и принципа работы экспресс жаровни ЦС-433</i> .....   | <b>53</b> |
| <i>Практическая работа № 7. Расчет этикетировочного автомата</i><br>.....  | <b>60</b> |
| <i>Практическая работа №8. Расчет просеивателя с вращающимся ситом</i> .....   | <b>70</b> |
| <b>Библиографический список</b> .....  | <b>83</b> |

## Введение

Основными задачами, стоящими перед пищевой промышленностью, являются обеспечение устойчивого снабжения населения качественными продуктами питания, выпуск принципиально новых видов продуктов, создание и внедрение современных и высокоэффективных видов технологического оборудования, которые на основе использования прогрессивной технологии и материалов значительно повышают производительность, сокращают негативное воздействие на окружающую среду и способствуют экономии исходного сырья, топливно-энергетических и материальных ресурсов.

Перерабатывающая промышленность России, которая должна обеспечивать устойчивое снабжение населения широким ассортиментом качественных продуктов питания, в последние годы находится в сложном положении. Рыночная экономика подразумевает значительную конкуренцию, что особенно актуально в условиях действия бесконечных санкций против нашей страны. Технический уровень многих пищевых производств, не удовлетворяет современным требованиям. Производительность труда на российских предприятиях, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, ниже, чем на аналогичных предприятиях развитых стран; значительная часть трудоёмких операций выполняется вручную, высока степень износа основных фондов.

Для выхода из создавшегося положения требуется коренная реконструкция многих предприятий пищевых отраслей, оснащение их современной техникой, создание принципиально новых, энергетически выгодных технологий, обеспечивающих комплексную безотходную переработку сырья и производство экологически безопасных продуктов питания с учетом потребностей различных возрастных групп и состояния здоровья населения.

Знания, приобретенные студентами при выполнении расчетно-проектных работ, позволят не только более детально изучить устройство, принцип действия оборудования, методику его расчета, но и наметить основные пути его совершенствования и модернизации.

## Практическая работа №1. Насосы

### Введение

Насосы применяются в производстве почти всех видов пищевых продуктов. Механизации производственных процессов связана с использованием насосов для транспортировки пищевых продуктов и пределах производственного помещения и на погрузочно - разгрузочных площадках, для перекачивания продуктов из одного резервуара в другой, для продвижения продуктов через аппараты в технологических линиях их обработки.

Развитие пищевой промышленности увеличение выпуска пищевых продуктов, автоматизация производства требует широкого применения насосов. Выбор насоса в зависимости от свойств продукта и особенностей технологического процесса имеет большое значение для обеспечения необходимых условий производства различных пищевых продуктов.

Нередко в процессе эксплуатации насосы работают на режимах, отличных от паспортных данных. В этих и ряде других случаев требуется определить производительность, напор и другие параметры насосов. В книге приводятся расчетные зависимости для всех типов насосов.

В каждой отрасли описаны только те разновидности каждого типа насосов, которые наиболее широко применяются в ней. В парфюмерно-косметической, масло жировой и спиртовой отраслях пищевой промышленности насосы не получили широкого распространения для технологических целей и поэтому здесь отдельно не рассматриваются.

Описание отдельных видов насосов осуществляется в следующем порядке: назначение, устройство, принцип действия и техническая характеристика насоса. В отдельных случаях во избежание повторения материала описание дается в более сжатой форме.

### 1.1 Принцип действия и расчетные зависимости насосов

Насосы - это гидравлические машины, предназначенные для перемещения жидкостей и сообщения им энергии. При работе насоса механическая энергия электродвигателя, за вычетом потерь, превращается в потенциальную и кинетическую энергии потока жидкости.

Насосы перемещают жидкости по трубопроводам, перекачивают жидкости из одной емкости в другую в пределах цеха или завода нагнетают жидкости под давлением в аппараты.

К насосам, применяемым в пищевой промышленности, предъявляются следующие требования:

- части насосов, соприкасающиеся с продуктом, должны быть изготовлены из инертных к пищевым жидкостям материалов;
- конструкция насосов должна предусматривать наименьшее механическое воздействие на перекачиваемые продукты, равномерную подачу, удобное, и легкое присоединение к трубопроводам, гладкие внутренние поверхности, легкую и быструю разборку и сборку, наименьшие массу и габариты, сочетание гигиенических норм с современными требованиями технической эстетики;
- установка насосов на полу помещения должна быть наиболее простой, удобной для быстрого перемещения насоса на другое место;
- рабочие органы насосов должны быть износостойкими при перекачивании и жидкостей с абразивными частицами.

Конструкция насоса значительно влияет на ход технологического процесса и на качество пищевых продуктов. Это следует учитывать при выборе типа насоса. Так, для подачи жидкости: под давлением через другие аппараты необходимо выбирать насосы, обеспечивающие постоянную производительность, равномерную подачу, и необходимый напор.

## **1.2 Основные параметры насосов**

К основным параметрам насоса относятся производительность, напор, мощность и коэффициент полезного действия.

Производительность, или подача насоса- это объемное количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени. Напор характеризует собой приращение механической энергии, которое сообщает насос каждому килограмму проходящей жидкости, то есть это разность удельных энергий при выходе из насоса и при входе в него. Мощность, передаваемая насосом жидкости, считается полезной; мощность, передаваемая электродвигателем на вал насоса потребляемой; потребляемая мощность больше полезной на величину потерь. Коэффициент полезного действия насоса представляет собой отношение полезной мощности насоса к потребляемой: выражается в долях единицы или в процентах и характеризует степень совершенства насоса.

## **1.3 Виды насосов**

Применяемые в пищевой промышленности насосы по принципу делятся на объемные, центробежные, самовсасывающие и струйные. Объемные насосы подразделяются на поршневые и роторные. Поршневые насосы бывают простого (одинарного) и двойного действия.

Различают поршневые плунжерные и диафрагменные насосы. К роторным насосам относят шестеренчатые с внешним или внутренним зацеплением, а также насосы с вращающимися поршнями, пластинчатые и винтовые (одно-, двух- и трех винтовые).

Центробежные насосы по конструкции рабочего колеса делятся на лопастные (бездисковые) и дисковые, а по числу рабочих колес на одноступенчатые и многоступенчатые. Среди лопастных различают одно и много лопастные, среди дисковых - насосы с закрытыми и открытыми рабочими колесами. Самовсасывающие насосы бывают водокольцевыми и вихревые. Струйные насосы подразделяются на водоструйные и пароструйные.

#### **1.4 Сравнение насосов разных типов**

Поршневые насосы применяют для перекачивания в небольших количествах жидкости при высоких напорах и высоковязких жидкостей.

Шестеренчатые насосы наиболее пригодны для перекачивания вязких, не содержащих твердых взвесей жидкостей при больших давлениях (до 150- 105 Н/м), и просты по конструкции: в них нет клапанов или золотников. Это позволяет быстро разбирать и собирать их, что необходимо при работе с пищевыми скоропортящимися продуктами. Однако шестеренчатые насосы имеют меньший механический к.п.д. по сравнению с поршневыми, так как в них происходит значительная деформация и перетирание перекачиваемого продукта в межзубьевых пространствах и по торцевым поверхностям шестерен.

Лопастные насосы роторного типа по сравнению с центробежными имеют следующие преимущества: перекачивают вязкие и липкие материалы, так как при погружении лопасти в гнездо прилипшая масса снимается; изготавливаются с малой частотой вращения при значительном напоре, так как в них давление создается не за счет окружной скорости, а за счет вытеснения объема жидкости изменяют производительность - без изменения давления. Для хорошо выполненных насосов коэффициент подачи насоса равен 0,8 - 0,95. Величина этого коэффициента зависит от давления, вязкости перекачиваемого продукта и способа подачи его во всасывающую трубу. Насосы, применяемые для перекачивания вязких жидкостей, необходимо устанавливать значительно ниже резервуара, из которого откачивается жидкость.

Широко распространены центробежные насосы, имеющие по сравнению с поршневыми следующие преимущества: равномерность подачи, быстроходность, компактность (возможно непосредственное соединение с электродвигателем), простоту устройства, возможность перекачивания загрязненных жидкостей благодаря большим зазором между кожухом и колесом и отсутствию клапанов. Кроме того, для установки центробежных насосов не требуется массивных фундаментов.

Недостатки центробежных насосов: уменьшение производительности с увеличением напора, резкое снижение к.п.д. при малой производительности, необходимость заливки насоса и всасывающей трубы жидкостью перед пуском в случае установки его выше уровня перекачиваемой жидкости.

В настоящее время центробежные насосы вытесняют поршневые в области как больших, так и небольших подач при умеренных давлениях.



Самовсасывающие насосы по сравнению с центробежными обеспечивают перекачивание жидкости даже в том случае, если они установлены выше уровня её, причём для первоначального пуска и обеспечения самовсасывания насос заливается перекачиваемой жидкостью на 1/3. При каждом последующем пуске насоса всасывание осуществляется за счет оставшейся в корпусе жидкости. Данные насосы в отличие от поршневых имеют довольно простую конструкцию.

Струпные насосы отличаются простотой устройства (отсутствие движущихся частей), но имеют низкий к.п.д. (не выше 30-35 %). Эти насосы могут быть изготовлены химически стойких материалов.

### **1.5 Объемные насосы**

В объемных насосах подача жидкости осуществляется в результате вытеснения её рабочим органом. При движении рабочего органа объем рабочей камеры насоса циклически изменяется: в первую половину цикла он увеличивается, и в камеру через всасывающий патрубок поступает жидкость, во вторую половину цикла - уменьшается, и жидкость из камеры вытесняется в рабочий патрубок. При работе объемных насосов изменяется лишь энергия давления жидкости, а кинетическая энергия остается практически постоянной.

Количество жидкости, подаваемой объемным насосом в единицу времени, зависит только от геометрических размеров насоса и скорости перемещения рабочего органа.

Развиваемый насосом напор (он может быть по требованию любым) влияет на количество перекачиваемой жидкости. Пределы напора определяются прочностью деталей насоса и мощностью электродвигателя. Жидкость объемным насосом всасывается и нагнетается отдельными порциями, поэтому для них характерна неравномерная подача жидкости.

### **1.6 Поршневые насосы**

Поршневой насос простого действия (рисунок 1.1) состоит из цилиндра 1 поршня 2 штока 3 и клапанной коробки 4 с двумя клапанами: всасывающим 5 и нагнетательным 6.

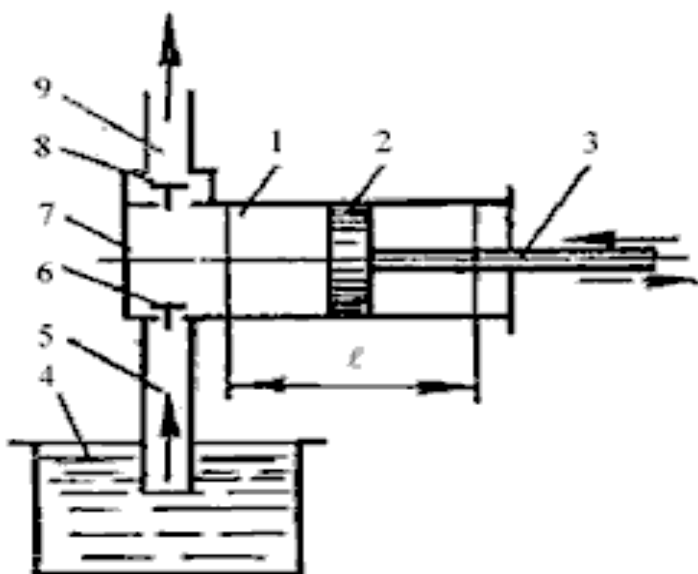


Рисунок 1.1. Схема простого насоса поршневого действия

Шток соединен с кривошипно-шатунным механизмом и при работе насоса совершает возвратно-поступательное движение. Пространство между клапанами и поршнем называется рабочей камерой насоса. Клапаны пропускают жидкость только в одном направлении. При ходе поршня вправо рабочей камере создается разрежение.

Из приемного резервуара 8 жидкость под действием атмосферного давления по всасывающему трубопроводу 7 проходит через всасывающий клапан 5 и заполняет рабочую камеру. Таким образом, при движении поршня слева направо происходит всасывание. При движении поршня справа налево всасывающий клапан закрывается, поршень давит на находящуюся в рабочей камере жидкость и она через клапан 5 вытесняется в нагнетательный трубопровод 9. В этом случае происходит нагнетание.

Таким образом, поршневой насос действует периодически, в результате чего создаются перепады давления в нагнетательном трубопроводе. С целью уменьшения перепадов давления на нагнетательном трубопроводе устанавливают воздушный клапан, представляющий собой сосуд цилиндрической формы со сферическими днищами. На одном днище имеется штуцер с фланцем для крепления колпака к нагнетательному трубопроводу, а на другом штуцер с фланцами для крепления воздушного крана. Для более равномерной подачи жидкости применяют двух и трехцилиндровые насосы.

Вес цилиндры этих насосов находятся в общем блоке, привод поршней осуществляется от вала, колена которого расположены под соответствующим углом (например, у трехцилиндрового насоса под углом  $120^\circ$ ). Трехкратное чередование

всасывания и нагнетания за один оборот вала трехцилиндрового насоса обуславливает более равномерную подачу жидкости.

Поршневой насос может перекачивать жидкость в тех случаях, когда установлен выше уровня его. В этом случае он вначале выкачивает воздух из всасывающего трубопровода, а затем уже жидкость под действием атмосферного давления на её свободную поверхность (рисунок 1.1) начнёт подниматься по всасывающему трубопроводу в насос. Под действием атмосферного давления воду во всасывающем трубопроводе можно поднять на высоту 10,33 м при условиях, что всасывающий трубопровод обладает гидравлическим сопротивлением, равным нулю, и в цилиндре насоса будет создан абсолютный вакуум.

Однако практически поднять воду на такую высоту не представляется возможным, так как жидкость во всасывающем трубопроводе находится в движении, в результате чего создаётся гидравлическое сопротивление. Кроме того, создать абсолютный вакуум нельзя, ибо часть объема цилиндра из-за неплотностей будет заполнена воздухом и водяными парами, образующимися от испарения воды под вакуумом. По этим причинам высота всасывания поршневых насосов достигает 6-8 м и уменьшается с повышением температуры жидкости вследствие увеличения количества образующихся в цилиндре насоса паров.

Работа поршневого насоса в значительной степени зависит от исправности клапанов. Широко распространены тарельчатые и шаровые клапаны. По роду перемещения тарельчатые клапаны делятся на откидные и подъемные. Откидные клапаны вращаются вокруг своей оси, поэтому их еще называют шарнирными. Подъемные клапаны перемещаются вверх и вниз перпендикулярно своей опорной поверхности.

Поршни насосов представляют собой цилиндр, снабженными пружинящими уплотняющими кольцами, в большинстве случаев чугунными. Для обеспечения нормальной работы насоса поршни должны быть точно пригнаны к цилиндру.

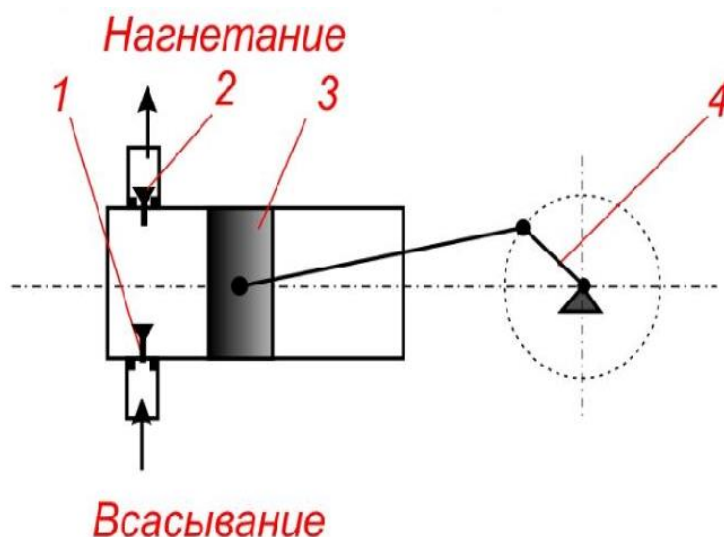
Для предотвращения аварии на нагнетательном трубопроводе или на напорной полости корпуса насоса устанавливается предохранительный клапан.

В случае повышения давления сверх установленного предохранительный клапан автоматически открывается и выпускает наружу или во всасывающую полость, перекачиваемую насосом жидкость.

В насосах простого действия жидкость подается за один ход поршня, так как во время второго хода осуществляется всасывание.

В отличие от насосов простого действия поршневые насосы двойного действия (рисунок 1.2) имеют две рабочие камеры. У них имеется один цилиндр с перемещающимся в нем поршнем. Каждая камера снабжена всасывающим и нагнетательным клапанами. В то время как в одной камере происходит нагнетание, во второй, по другую сторону поршня, — всасывание. Это обеспечивает более равномерную подачу перекачиваемой жидкости, уменьшает пульсацию давления в

нагнетательном трубопроводе и увеличивает производительность насоса примерно в 2 раза по сравнению с предыдущим.



1- впускной клапан, 2 - выпускной клапан, 3- поршень, 4 - шток, 5 - кривошип

Рисунок 1.2. Схема поршневого насоса двойного действия

Недостатками поршневых насосов являются наличие клапанов, усложняющие разборку, чистку и мойку насоса и необходимость установки редукторов для соединения насоса с валом электродвигателя, что значительно усложняет насосную установку в целом и делает ее громоздкой.

Преимущество поршневых насосов состоит в том, что они создают большое давление в нагревательном трубопроводе, пригодны для перекачивания вязких жидкостей, имеют высокий к.п.д. и незначительно воздействуют на перекачиваемую жидкость.

### 1.7 Плунжерные насосы

В тех случаях, когда необходимо создать очень высокие давления в различных установках, например в гомогенизаторах, распылительных сушилках и др. применяют плунжерные насосы.

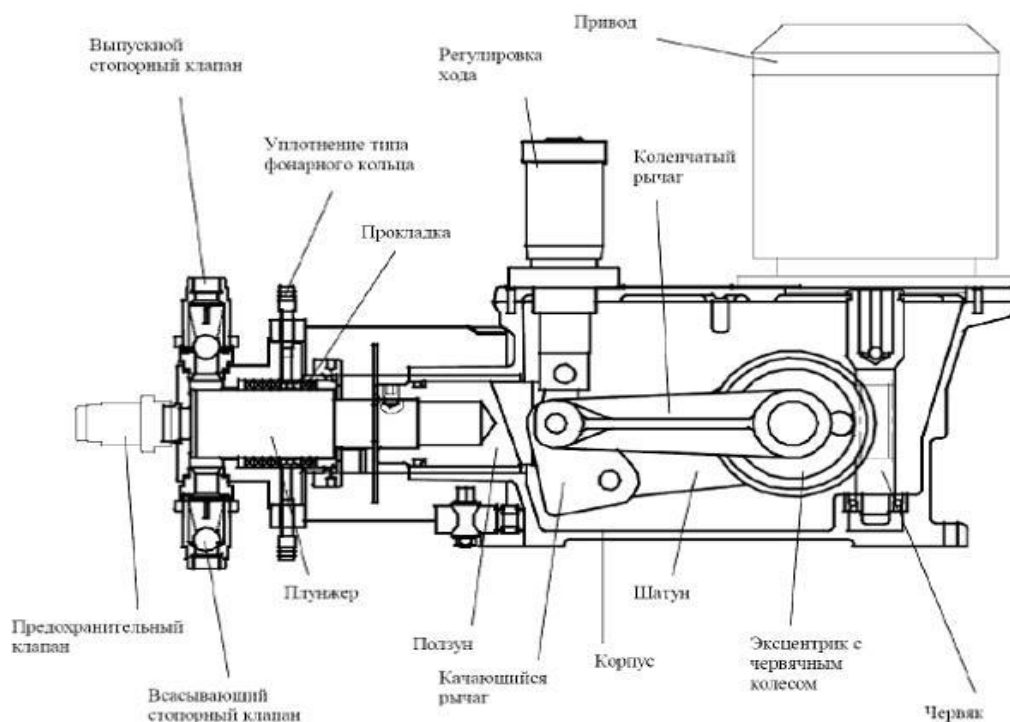
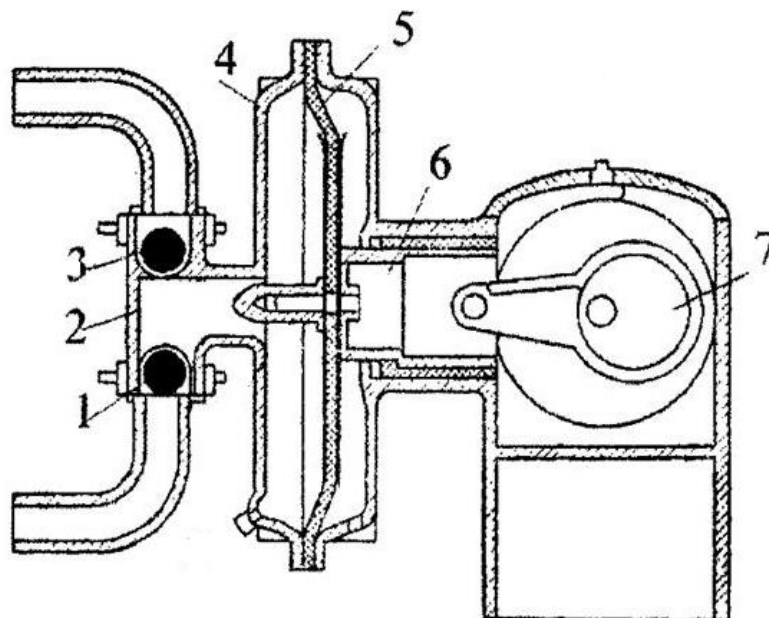


Рисунок 1.3. Схема плунжерного насоса

Принцип работы их такой же, как у поршневых насосов. Различие заключается в конструкции поршня, длина которого у плунжерных насосов в несколько раз больше диаметра. Преимущество плунжерного насоса состоит в простоте устройства плунжера и сальникового уплотнения, благодаря чему не требуется дополнительного уплотнения между плунжером и цилиндром, без чего не обойтись в поршневых насосах.

### 1.8 Диафрагменные насосы

Диафрагменный насос (рисунок 1.4) состоит из рабочей камеры, клапанной коробки с всасывающим и нагнетательным клапанами и диафрагмы. В процессе работы насоса диафрагма совершает возвратно-поступательное движение, осуществляя тем самым всасывание или нагнетание жидкости. Движение диафрагме передается от поршня, соединенного со штоком кривошипно-шатунного механизма, или через буферную жидкость.



1 - всасывающий клапан; 2 - клапанная коробка; 3 - нагнетательный клапан; 4 - крышка насоса; 5 - диафрагма; 6 - поршень; 7 - кривошипно-шатунный механизм

Рисунок 1.4. Диафрагменный насос

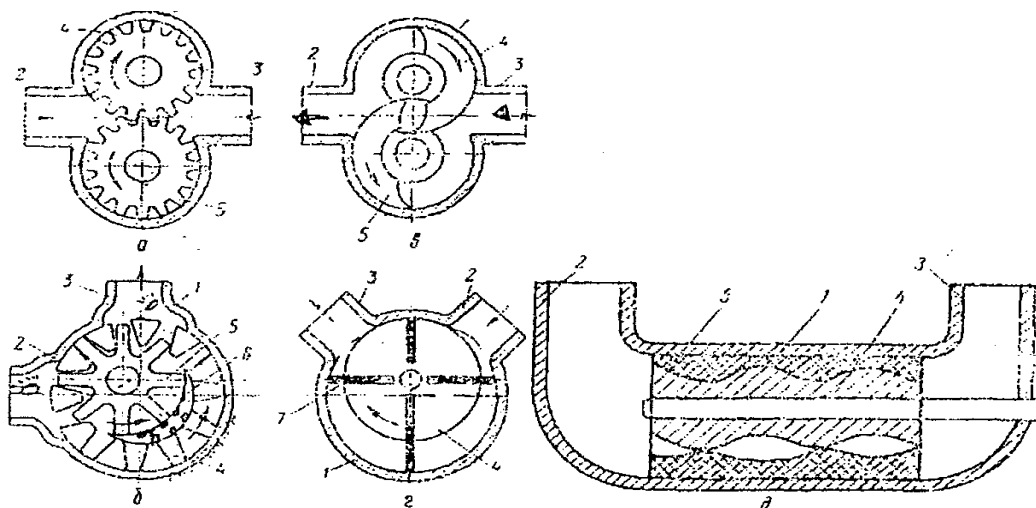
Рабочий орган насоса - диафрагма по сравнению с рабочими органами поршневых насосов не требует механической обработки. Она изолирует перекачиваемый продукт от деталей привода в корпуса насоса, что создает хорошие санитарно-технические условия работы.

Диафрагменные насосы обеспечивают большую точность и используются в качестве дозирующих устройств. Так как долговечность диафрагмы сравнительно небольшая, то проблема широкого внедрения диафрагменных насосов заключается в подборе резиновых или синтетических материалов для диафрагмы.

### 1.9 Роторные насосы

Принцип работы этих насосов основан на вытеснении жидкости из рабочей камеры при одновременном действии на нее статора, ротора и замыкателя. В отличие от поршневых насосов рабочие органы роторных насосов имеют вращательное движение вокруг оси, а не возвратно- поступательное. В их конструкции отсутствуют всасывающие и нагнетательные клапаны.

Подача многих роторных насосов — пульсирующая, однако пульсация незначительна вследствие высокой частоты вращения рабочих органов вытеснителей. Большинство роторных насосов чувствительно к загрязненной жидкости. С износом рабочих органов производительность насоса и создаваемый им напор значительно снижаются. Смазка рабочих органов роторных насосов осуществляется перекачиваемой жидкостью.



а - шестеренчатый насос с внешним зацеплением; б - шестеренчатый насос с внутренним зацеплением; в - роторный насос с вращающимися поршнями; г - пластинчатые насос; д - винтовой насос

1 – корпус; 2 - всасывающий патрубок; 3 - нагнетательный патрубок; 4 - ротор; 5 - замыкатель; 6 - серповидный вкладыш; 7 - пластина.

Рисунок 1.5. Схемы роторных насосов

### 1.10 Шестеренчатые насосы с внешним зацеплением

Эти насосы наиболее просты по конструкции среди роторных машин и широко распространены.

Шестеренчатый насос с внешним зацеплением (рисунок 1.5, а) состоит из корпуса со всасывающим нагнетательным патрубками и двух шестерен. Одна из шестерен, связанная с рабочим валом, получает вращение от электродвигателя и называется ротором, а другая, свободная шестерня, приводимая в движение первой, - замыкателем. Работает насос следующим образом. Ротор 4, вращаясь по часовой стрелке, передает движение замыкателю 5, который вращается против часовой стрелки.

Когда зубья шестерен выходят из зацепления, создается разрежение и происходит всасывание жидкости в корпус. Шестерни захватывают поступившую жидкость и перемещают ее в направлении вращения. Когда зубья вновь входят в зацепление в области нагнетательного патрубка, жидкость, находящаяся в полостях между зубьями и стенками корпуса, вытесняется в нагнетательный трубопровод.

По мере износа насоса увеличиваются торцевые и радиальные зазоры между шестернями и корпусом насоса, и объемный к. п. д. насоса снижается. Для получения высокого объемного к. п. д. насоса необходим минимальный зазор между зубьями шестерен и корпусом. В правильно изготовленных насосах с фрезерованными шестернями объемный к. п. д. насоса достигает 0,90 - 0,95 %. Для наибольшей

компактности число зубьев шестерен обычно бывает от 8 до 12. Шестерни изготавливаются с прямыми, косыми или шевронными зубьями.

### **1.11 Шестеренчатые насосы с внутренним зацеплением**

Насосы этого типа (рисунок 1.5, б) более компактны, чем описанные выше, однако устройство их более сложное, поэтому они реже применяются. Шестеренчатый насос с внутренним зацеплением состоит из пары шестерен, расположенных одна в другой.

Шестерни разделены неподвижным серповидным вкладышем 6, предотвращающим обратное движение жидкости с нагнетательной стороны во всасывающую и облегчающим сборку насоса. При работе насоса ротор 1 вращается и приводит в движение внутреннее колесо замыкатель 5. В это время жидкость из всасывающего патрубка 2 поступает в пространство между зубьями шестерен и перемещается к нагнетательному патрубку.

При зацеплении шестерен жидкость выдавливается входящими в зацепление зубьями в нагнетательный патрубок 3. В шестеренчатых насосах всасывающие и нагнетательные патрубки взаимозаменяемы. Для изменения назначения патрубков необходимо изменить направление вращения шестерен.

Подача шестеренчатых насосов по сравнению с поршневыми отличается большей равномерностью. Число их вращений в единицу времени равно произведению числа зубьев ротора на частоту вращения его.

Насосы с вращающимися поршнями. Эти насосы (рисунок 1.5, в) подобны насосам с внешним зацеплением.

### **1.12 Пластинчатые насосы**

Основными частями пластинчатых насосов (рисунок 1.5, г) является корпус 1, ротор 4 и пластины - замыкатели 7. В корпусе насоса эксцентрично расположен ротор, выполненный в виде цилиндра, на боковой поверхности которого имеются радиальные пазы с находящимися в них пластинами. Последние прижимаются к корпусу центробежной силой и могут легко перемещаться в пазах ротора.

В пластинчатых насосах других конструкций пластины прижимаются к корпусу пружинами или давлением жидкости, подводимой со стороны оси насоса.

При вращении ротора наружные торцы пластин все время прижаты к внутренней поверхности корпуса. Во время работы насоса на всасывающей стороне образуется разрежение, и перекачиваемая жидкость заполняет пространство между соответствующими пластинами. Пластины создают необходимое давление на жидкость и вытесняют ее в нагнетательный патрубок. Так как ротор расположен эксцентрично, то при вращении его пластины, находясь непрерывно в соприкосновении со стенкой корпуса, то уходят в ротор, то выдвигаются из него.

Пластинчатые насосы хорошо работают при перекачивании вязких и даже некоторых пластичных пищевых продуктов. Эти насосы, как и шестеренчатые, обладают реверсивностью, т.е. при изменении направления вращения ротора они изменяют направление потока в трубопроводах.



Кроме того, пластинчатые насосы при подведении к ним жидкости, с некоторым начальным давлением работают как двигатель, развивая вращающий момент на валу.

### 1.13 Винтовые насосы

По конструкции винтовые насосы бывают одно-, двух- и трехвинтовыми. Наиболее совершенным является трехвинтовой насос, имеющий высокий к.п.д. У одновинтового насоса (рисунок 1.5, д) винт вращается в обойме, внутренняя полость которой представляет собой также винтовую поверхность. В двух- и трехвинтовом насосе ведущий винт (один) приводится во вращение электродвигателем, а ведомые винты (остальные) получают вращение под действием давлением перекачиваемой жидкости.

Винты выполняются двухзаходными. Направление винтовой нарезки ведущего винта противоположно таковому в ведомых, т.е. если ведущий винт имеет левую нарезку, то ведомый - правую.

Винты представляют собой косозубчатые шестерни с циклоидальным зацеплением. Передаточное число между ведущим и ведомыми винтами равно единице. Винты помещаются в плотно охватывающем их корпусе. Форма нарезки винтов позволяет герметически отделять камеру всасывания от камеры нагнетания.

При остановке насосы винты остаются погруженными в перекачиваемую жидкость, что облегчает пуск насоса. Так как ведомые винты получают вращение под действием давления нагнетаемой жидкости, а не от ведущего винта они освобождены от воздействия силового крутящего момента.

Принцип работы винтового насоса заключается в том, что перекачиваемая жидкость поступает в полости между обоймой и нарезками винтов. После небольшого поворота винтов жидкость, заполнившая впадины нарезки винтов ее стороны всасывания, оказывается герметически отделенной, от камеры всасывания. При дальнейшем повороте винтов жидкость по нарезке перемещается вдоль оси в сторону камеры нагнетания, куда вытесняется из нарезки и подается в нагнетательный патрубок.

По сравнению с шестеренчатыми и другими роторными насосами винтовые насосы имеют следующие преимущества: равномерная плавная подача (а не пульсирующая); долговечность благодаря малому износу; отсутствие шума перемешивания и взбалтывания перекачиваемой жидкости, а также парообразования и выделения из жидкости растворенных газов, так как объем замкнутых полостей нарезках, винтов при их вращении не меняется.

Максимальное осевое перемещения жидкости не должно превышать 5,0 - 5,5 м/с., а скорость жидкости во всасывающем трубопроводе должна находиться в пределах 0,6 - 1,2 м/с.

### 1.14 Центробежные насосы

В центробежных насосах при вращении рабочего колеса жидкости, находящиеся в его каналах, под действием давления на нее лопаток приводятся во вращение. Центробежная сила, которая при этом возникает, заставляет жидкость перемещаться от центра рабочего колеса к периферии и далее к нагнетательному патрубку. В результате непрерывного движения жидкости от центра к радиусу рабочего колеса во всасывающем патрубке насоса создается разрежение уходящая из каналов рабочего колеса жидкость непрерывном вращении рабочего колеса создается постоянное движение жидкости через насос. Работа центробежного насоса основана на том, что при вращении рабочее колесо сообщает жидкости скорость, которая преобразуется в потенциальную энергию давления. Энергия передается путем динамического воздействия лопаток на поток, что приводит к изменению скоростей частиц жидкости при их прохождении через каналы рабочего колеса.

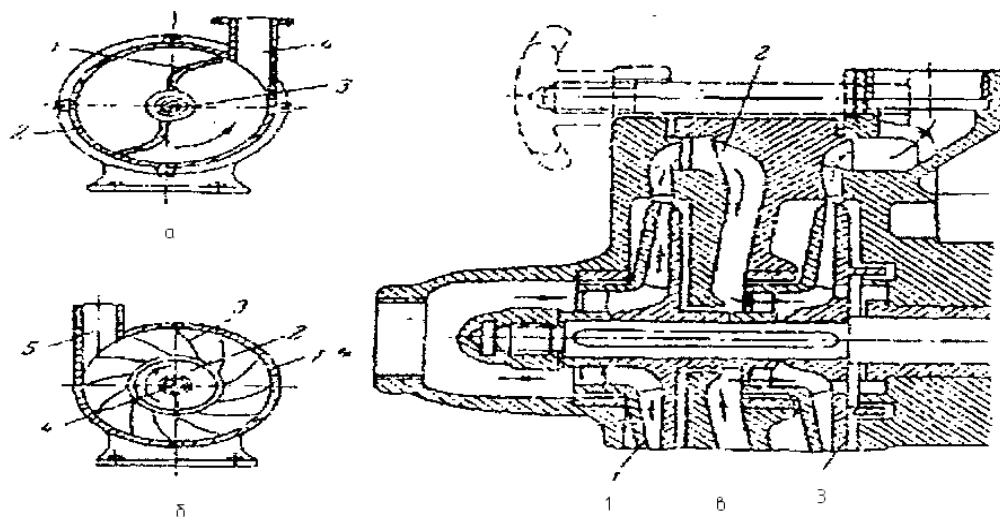
### 1.15 Лопастные насосы

Эти насосы, (рисунок 1.6, а) состоят из корпуса 2, в котором имеется лопасть 1, установленная на валу. Жидкость поступает в корпус насоса через отверстие 3 в цилиндре корпуса (крышки), захватывается лопастью и отбрасывается центробежной силой к периферии, откуда попадает в нагнетательный патрубок 4.

### 1.16 Дисковые насосы

В дисковом одноступенчатом насосе (рисунок 1.6, б) перекачиваемая жидкость через всасывающее отверстие 4 поступает в рабочее колесо 2 и двигаясь по каналам, образованным лопастями 3, отбрасывается центробежной силой к периферии внутренней поверхности корпуса 4, откуда затем поступает в нагнетательный патрубок 5. В дисковом многоступенчатом насосе (рисунок 1.6, в) перекачиваемая жидкость из камеры с диском первой ступени 1 по специальному каналу 2 поступает в следующую камеру-с диском второй ступени 3. При наличии большего числа камер жидкость аналогичным путем проходит через диски следующих ступеней.

Наиболее важной деталью центробежного насоса является рабочее колесо. Конструкция колеса в значительной степени зависит от его коэффициента быстроходности, под которым понимают частоту вращения эталонного рабочего колеса, геометрически подобного рассматриваемому и потребляющего при  $H=9807$  Н/м,  $Q=270$  т/ч и условии подобия режимов работы мощность 0,736 Вт. Коэффициентом быстроходности пользуются для сравнения различных типов рабочих колес центробежных насосов, объединенных по принципу их геометрического и динамического подобия, создающих различные напоры и производительности.



а - лопастной (без диска); б - дисковый одноступенчатый; в - дисковый многоступенчатый

Рисунок 1.6. Центробежный насос

Рабочие колеса изготавливают из нержавеющей стали, чугуна, латуни, бронзы, углеродистой стали, а также из пластических масс (например, фаолит) и керамики.

Рабочее колесо закрытого типа состоит из боковых дисков (внутреннего и наружного), лопаток и ступицы. Рабочее колесо открытого типа не имеет наружного диска. Применение открытых рабочих колес требует плотного, с минимально возможным зазором прилегания корпуса к лопастям колеса. В процессе эксплуатации минимальный зазор по разным причинам не выдерживается, и в результате значительных протечек жидкости через щели работа насоса оказывается не экономичной.

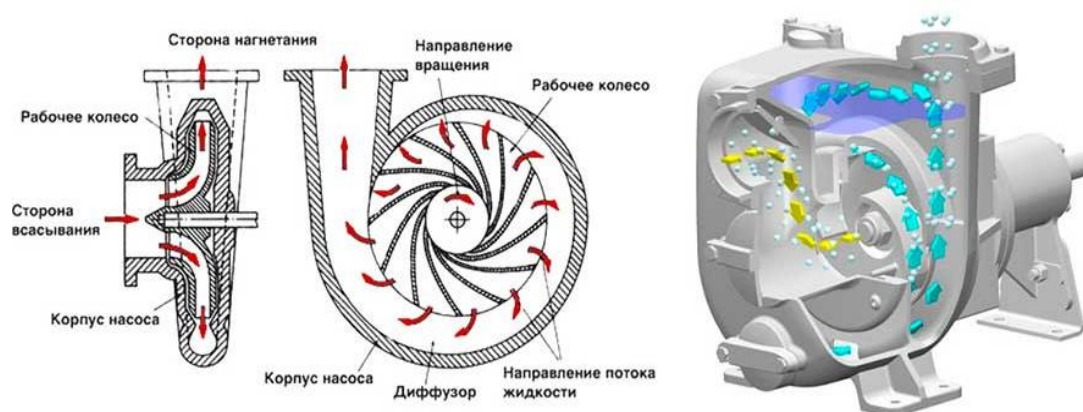


Рисунок 1.7. Принцип работы центробежного насоса

В центробежных насосах наблюдаются протечки жидкости между напорной и всасывающими камерами рабочего колеса, между ступенями, расположенными рядом в многоступенчатом насосе, и в сальнике. Утечки через сальники незначительны и при расчете во внимание не принимаются.

Валы рабочих колес насосов изготавливают из углеродистых или нержавеющей сталей. Количество лопаток на колесе обычно колеблется от 6, до 8. Увеличение числа/лопаток обуславливает каналы большой длины с благоприятной формой поперечного сечения. Однако в этом случае уменьшается пропускная способность колеса. Число лопаток должно быть таким, чтобы они оказывали направляющее действие. Для этого каждая последующая лопатка своим выходным концом должна закрывать входной конец предыдущей лопатки. Максимальный напор на одно колесо не должен превышать 100 м вод. ст.

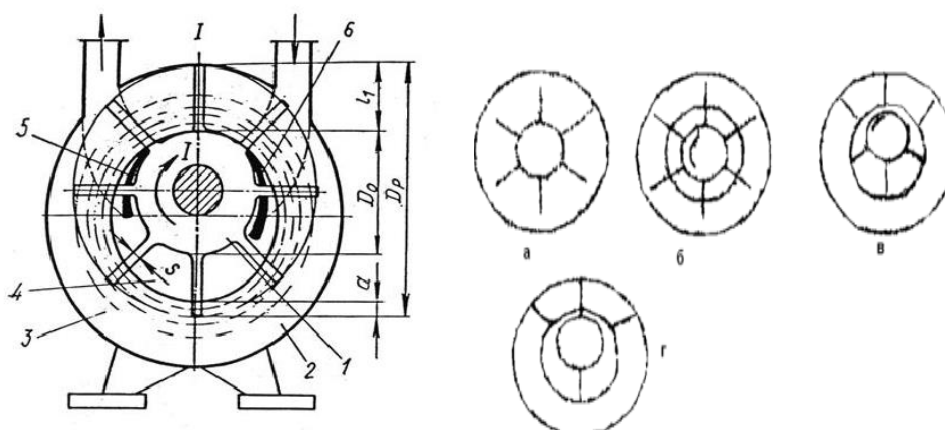
За последние годы центробежные насосы все чаще укомплектовываются электродвигателями с  $n=3000$  об/мин. При этом вал рабочего колеса насоса соединяется непосредственно с валом электродвигателя, а высокая частота вращения позволяет создавать наиболее компактные и высокопроизводительные насосы.

### 1.17 Самовсасывающие насосы

Вращательные самовсасывающие насосы являются разновидностью роторных насосов. Роль эксцентричного ротора в самовсасывающих насосах выполняет жидкостное кольцо. Не смотря на то, что к.п.д. самовсасывающих насосов ниже к.п.д. центробежных насосов, их применение во многих случаях более выгодно. В них сочетаются самовсасывающая способность и большой превосходящий напор обычного центробежного насоса при одной и той же окружной скорости. Все разновидности конструкций самовсасывающих насосов можно разделить на два основных вида водокольцевые и вихревые.

## 1.18 Водокольцевые насосы

Схемы работы самовсасывающего водокольцевого насоса 7. В корпусе 1 (рисунок 1.8, а) помещено лопастное рабочее колесо 2 концентрически относительно цилиндрического корпуса. Рабочее колесо выполнено в виде крыльчатки с посадочной втулкой. В корпусе налита перекачиваемая жидкость в таком объеме, чтобы при вращении колеса под действием центробежной силы она могла быть отброшена к периферии с образованием воздушного кольца, равномерно расположенного относительно выемки рабочего колеса (рисунок 1.8, а). В жидкость могут быть погружены концы всех без исключения лопаток колеса. Объемы воздуха, находящегося между лопатками (в позициях 1, б), будут одинаковыми, поэтому разрежения воздуха не будет.



1 ротор, 2 – цилиндрический корпус, 3 – водяное кольцо, 4 – серповидная лопасть, 5,6 – серповидные отверстия

Рисунок 1.8. Схема работы самовсасывающего водокольцевого вакуум-насоса

Совершенно иная картина (рисунок 1.8, в) будет наблюдаться, если рабочее колесо расположить эксцентрично и так, чтобы ступица его касалась внутренней поверхности вращения кольца жидкости. При таком расположении колеса между втулкой и внутренней поверхностью кольца жидкости образуется серповидное пространство, которое и является рабочей полостью насоса. В серповидном пространстве объемы воздуха между лопатками колеса будут постепенно увеличиваться от позиции 1 до 3 и уменьшаться от позиции 4 до 6. При увеличении объема воздуха между лопатками будет образовываться разрежение, в результате чего воздух проникнет в рабочую полость через всасывающее отверстие в торцевой стенке насоса (рисунок 1.8, г). При вращении колеса объем воздуха от 4 до 6 позиций будет уменьшаться, т. е. воздух будет сжиматься, и устремляться в нагнетательное отверстие.

Жидкость в водокольцевом насосе действует наподобие поршня, создавая то разрежение (позиции 2 и 3), то давление (позиции 4 и 5).

## Практическая работа №2. Определение основных эксплуатационных характеристик и анализ работы расстойно-печного мини-агрегата РЗ – ХЛП

### Цель работы:

1. Изучение устройства и принципа работы расстойно-печного мини-агрегата.
2. Усвоение правил безопасной эксплуатации мини-агрегата и его технического обслуживания.
3. Определение основных эксплуатационных характеристик мини-агрегата (производительность, расход электроэнергии удельный расход теплоты, КПД) при различных режимах работы.
4. Анализ работы мини-агрегата.
5. Обработка результатов измерений.

### Оборудование, инструменты и инвентарь:

Расстойно-печной мини-агрегат РЗ-ХЛП, хлебопекарные формы - 24 шт., технические весы с разновесами, прибор системы Чижовой, часы, рукавицы 1 пара, полотенце, емкости для теста и растительного масла, поддоны для хлеба.

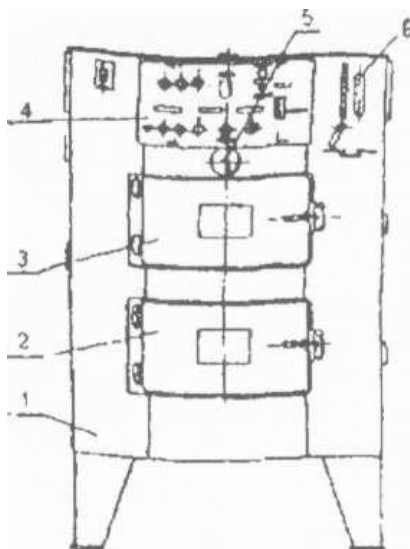
**Продукты: тесто - 24 кг, растительное масло - 0,72 кг.**

### 2.1 Изучение устройства и принципа работы

Мини-агрегат расстойно-печной РЗ-ХЛП (рисунок 2.1) предназначен для расстойки и выпечки хлебобулочных изделий из пшеничной и ржаной муки и их смесей. Мини-агрегат состоит из несущего элемента - каркаса (рисунок 2.2) на котором монтируется пекарная камера 13 и расстойный шкаф 15 .

Над пекарной камерой расположен привод 12, который вращает вертикальный вал, проходящий через пекарную камеру и расстойный шкаф. В пекарной камере на этом валу установлен под 14, над подом - зонт 6 пекарной камеры, под подом - короб 4 с пятью ТЭНами, а вверху - короб 8 с четырьмя ТЭНами.

Внизу вал опирается на подшипниковый узел, смонтированный на каркасе. В расстойном шкафу на валу закреплены два круглых пода 16 и 17 для расстойки тестовых заготовок. В левом переднем углу расстойного шкафа имеется ванна с кипятильником для поддержания заданного температурного влажностного режима расстойки.

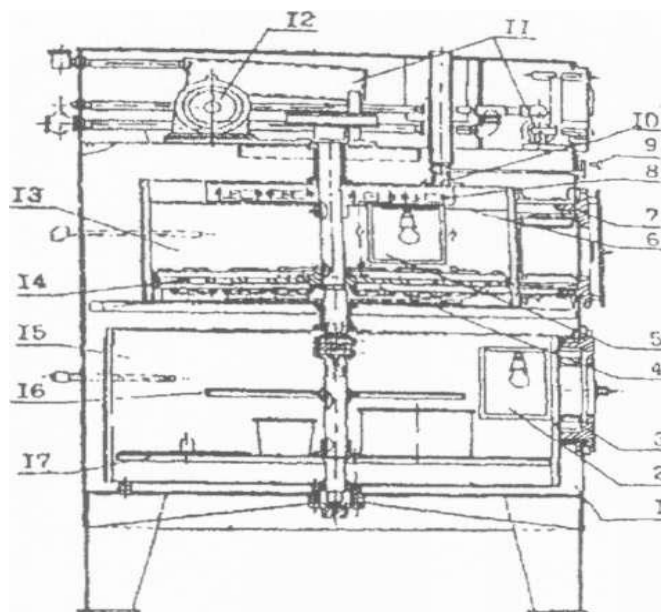


1 - кожух; 2 - дверца расстойного шкафа; 3 - дверца пекарной камеры; 4 - панель управления; 5 - ручка регулировки вытяжки; 6 - управление системной пароувлажнения пекарной камеры

Рисунок 2.1. Общий вид мини - агрегата РЗ - ХЛП

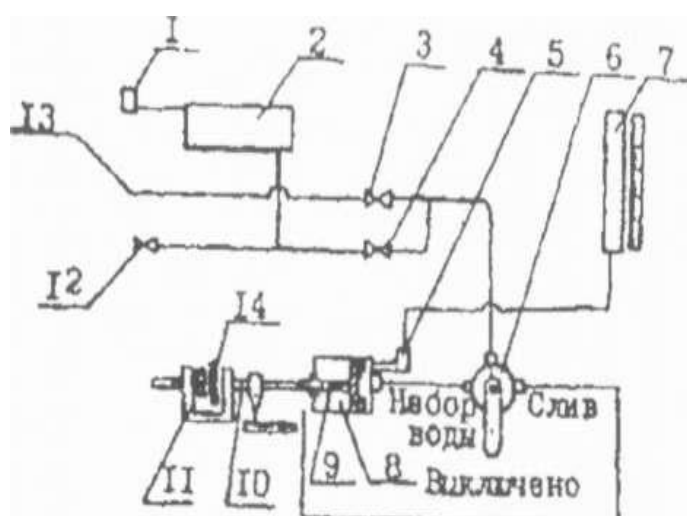
Расстойный шкаф снабжен регулятором температуры типа ТЭЧ ПЗМ. С правой стороны агрегата расположены окна 2 и 5 с электролампами для освещения пекарной камеры и расстойного шкафа. Расстойный шкаф закрывается дверцей 3, снабженной окном для наблюдения за тестовыми заготовками. Пекарная камера закрывается дверцей 3, имеющей окно для наблюдения за выпекаемыми изделиями и оборудована специальным экраном для предотвращения ожогов обслуживающего персонала. Пекарная камера имеет паровыпускной канал 10 с закрывающим шибером, ручка 9 которого выведена на переднюю панель. Для определения температуры в пекарной камере устанавливается показывающий термометр ГТП-100. С помощью пароувлажнительного устройства 1 дозируется объем воды, необходимый для увлажнения среды при выпечке изделий пшеничного теста.

На мини-агрегате установлены две системы пароувлажнения. Одна (рисунок 2.3) состоит из поршневого дозатора 8 с трубопроводами и механизмом регулирования, вторая - из мерного стакана 7 с водомерным стеклом и трубопроводами. Отводящие трубопроводы обеих систем выходят на испарительную плиту, установленную в пекарной камере. Первая система через трубу 13 присоединяется к водопроводной магистрали, при этом патрубок 5 заглушен пробкой. Вторая к магистрали не присоединяется, штуцер с трубой от мерного стакана 7 ввертывается в патрубок 5: эта система используется при проведении лабораторной работы.



1 - каркас; 2, 5 - окна; 3 - дверца расстойного шкафа; 4, 8 - коробка с пятью и четырьмя ТЭНами; 6 - зонт; 7 - дверца пекарной камеры; 9 - ручка шибера 10 - паровыпускной канал; 11 - пароувлажнительное устройство; 12 - привод; 13 - пекарная камера; 14 - под пекарной камеры; 15 - расстойный шкаф; 16, 17 - поды для брожения тестовых заготовок.

Рисунок 2.2. Вертикальный разрез мини - агрегата РЗ - ХЛП



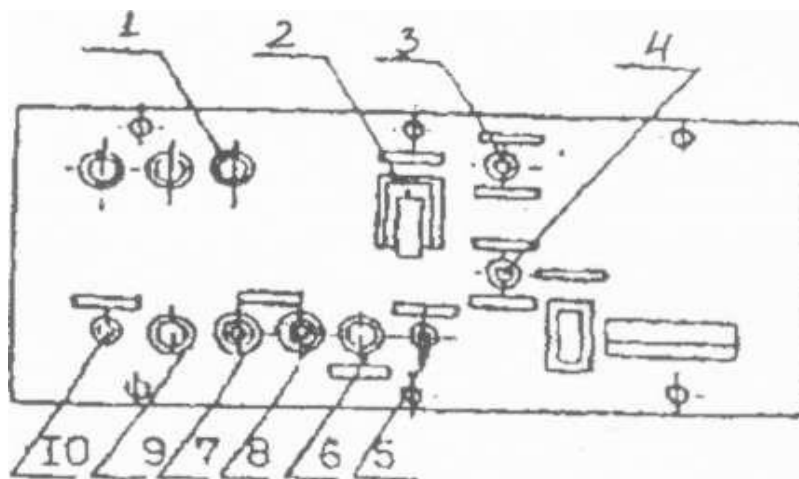
1 - стакан; 2 - бак; 3, 4, 2 - вентили; 5 - патрубок; 6 - трехходовой кран; 7 - мерный стакан; 8 - поршневой дозатор; 9 - шток поршня; 10- шток блока регулирования хода поршня; 13 - подводная труба; 14 - регулировочное колесо

Рисунок 2.3. Схема пароувлажнительных устройств



Вторая система включает стакан 1, бачок 2, мерный стакан 7, трубопроводы, вентили 4 и 12. Бак установлен на верхней плите печи. Стакан 7 внизу имеет штуцер для набора и слива воды. Этот штуцер гибким шлангом соединяется со штуцером 5.

В верхней части печи расположен блок управления, состоящий из двух панелей. Передняя панель (рисунок 2.4) выполнена как откидывающаяся дверца, на которой размещены приборы включения и электроавтоматики: автоматический выключатель 2 с лампой 6 индикации наличия напряжения в питающей сети, тумблера 3, задания способа автоматического или ручного управления работой нагревательных элементов пекарной камеры, переключатель 4 работы нагревательных элементов на сильный или слабый нагрев, кнопки включения 7 и выключения 8 привода вращения пода, тумблер 10 включения нагревательного элемента расстойного шкафа 10, контрольные лампы работы нагревательных элементов пекарной камеры 1 и расстойного шкафа 9.



1- сигнальная арматура; 2 - автоматический выключатель; 3,4,10 - переключатели П2Т-1; 5 - переключатель ТВ1 - 4; 6, 9 - сигнальная арматура АС-220; 7, 8 - кнопки управления КЕ-011 ПУСК и СТОП.

Рисунок 2.4. Передняя панель блока управления

Работа мини-агрегата происходит следующим образом. В предварительно подготовленный к работе расстойный шкаф на вращающийся под устанавливают формы с тестовыми заготовками и проводят их расстойку в течение требуемого времени при заданном температурном режиме. Затем формы вынимают и переставляют на вращающийся под предварительно подготовленной к работе и прогретой пекарной камеры. Повторная загрузка освобожденного расстойного шкафа производится с таким расчетом, чтобы время окончания расстойки совпало с окончанием выпечки предыдущей партии изделий. Выпечка производится при заданном температурном режиме в течение требуемого времени. После ее окончания формы с готовыми изделиями вынимают из пекарной камеры и загружают

ее новыми тестовыми заготовками, прошедшими расстойку. Таким образом, циклы выпечки и расстойки повторяются.

## 2.2 Подготовка к работе

Перед началом работы проверьте исправность заземления. Все рукоятки и переключатели установите в положение **ОТКЛЮЧЕНО** или нейтральное. Проверьте наличие масла в редукторе привода подов.

Заполните водой на 3/4 объема ванночку увлажнительного элемента в расстойном шкафу. Без воды включать агрегат запрещено. Установите температуру от 32 °С до 33 °С на приборе ТЭЧ ПМЗ, регулирующем режим расстойки. Залейте от 5,5 до 6,0 дм воды в бак 2 через стакан 1 при закрытых вентилях 3 и 12 и открытом вентиле 4. Смажьте предварительно подготовленные к эксплуатации формы (или листы) растительным маслом. Уложите в них тестовые заготовки требуемой массы. Подключите мини- агрегат, к электросети установив автоматический выключатель 2 в положение ВКЛ, при этом должна загореться сигнальная лампа 6. Нажав кнопку 7. выключите привод вращения пода. Установив тумблер 10 в верхнее положение, включите расстойный шкаф в работу в автоматическом режиме. При этом должна загореться сигнальная лампа 9, нагреватель расстойного шкафа будут включены. Их отключение произойдет автоматически по достижении заданной температуры. Включение пекарной камеры в работу в автоматическом режиме производится установкой переключателя 3 в верхнее положение. При этом должны загореться полным накалом три сигнальные лампы 1.

Освещение пекарной камеры и расстойного шкафа по мере необходимости производится с помощью тумблера 5 **ОСВЕЩЕНИЕ**.

Перед посадкой тестовых заготовок из пшеничной муки среду пекарной камеры предварительно увлажните с помощью пароувлажнительного устройства. Увлажнение среды пекарной камеры производится после каждой посадки в нее тестовых заготовок. Затем при выпечке изделий из пшеничной муки ручку пароувлажнительного клапана (на вентиляционном канале) поставьте в горизонтальное положение - канал закрыт шибером. При выпечке изделий из ржаной муки шибер должен быть открыт.

По окончании работы мини-агрегата отключите его от электрической сети, повернув рукоятку автомата в положение **ВЫКЛ**. Переключатели с правой стороны панели поставьте в нейтральное положение, выключите привод вращения пода, поставьте в среднее положение переключатель работы расстойного шкафа. Поставьте выключатель **СЕТЬ** в нижнее положение.

## 2.3 Правила эксплуатации

Весь обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электрических установок промышленных

предприятий» и специальными требованиями техники безопасности для данной установки.

При работе агрегата дверцу печарной камеры необходимо плотно закрыть во избежание утечек горячего воздуха, ведущих к ожогам обслуживающего персонала и созданию некомфортных условий в помещении обслуживания. Выполнение этого требования достигается правильной регулировкой запорного устройства дверцы.

Перед началом выпечки убедитесь в отсутствии утечек масла из редуктора, при необходимости долейте. Один раз в смену контролируйте температуру подшипниковых узлов после останова печи. Смазка подшипников производится не реже одного раза в полугодие, а при необходимости - чаще.

При обнаружении каких-либо неисправностей в работе агрегата (посторонние запахи, шум, вибрации, дым и др.) немедленно отключите его от электросети и сообщите преподавателю. Устранение любых неполадок самими студентами категорически запрещается. При загорании печи немедленно отключите ее от электросети лаборатории, выключите рубильник питания сети, сообщите преподавателю и в соответствии с его указаниями приступите к тушению, используя углекислотный огнетушитель, песок асбестовое покрывало.

## **Практическая работа №3. Исследование работы универсального привода П-11 и сменных механизмов к нему (мясорубки, измельчители и рыхлители)**

### **Цель работы:**

1. Изучение конструкции универсального привода П-11 и принципа действия сменных механизмов (мясорубки ММП-П-1, механизма для измельчения сухарей и специй МИП-П-1, мясорыхлителя МРП-П-1).
2. Определение передаточного числа редуктора и частоты вращения приводного вала.
3. Усвоение правил эксплуатации мясорубки и определение ее производительности.
4. Обоснование режима работы измельчающего механизма с конечным рабочим органом.
5. Определение пропускной способности мясорыхлителя.
6. Обработка результатов.

### **Оборудование инструменты и инвентарь:**

Привод универсальным П-Ч. мясорубка ММП-П-1. механизм для измельчения сухарей и специй МИП - П-1. мясорыхлитель МИП-П-1. стол, комплект болтов с шайбами, толкачи, крючок, гребенка, нож. отвертки, ключи, тахометр, линейка, штангенциркуль, весы, секундомер, пара.

### **Продукты:**

Мясо- 2.0 кг: сухари - 1.0 кг: пищевой несоленый жир - 50 кг; хлеб белый - 0,5 кг; сода - 100 г.

### **3.1 Изучение устройства и принципа работы**

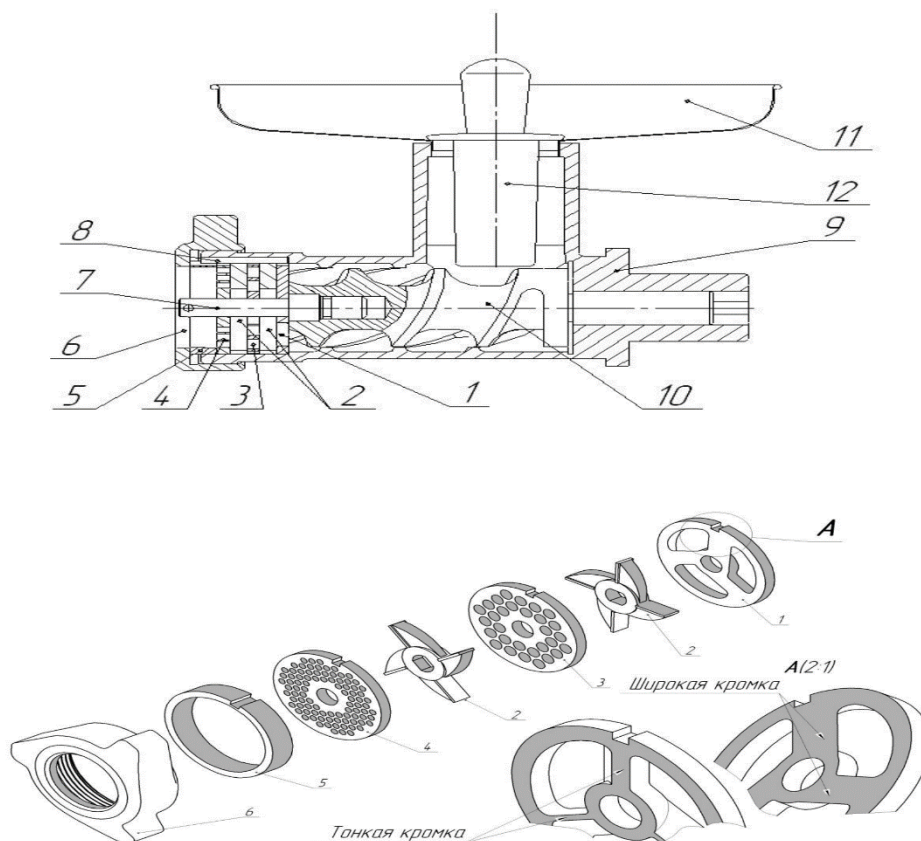
Лабораторная установка состоит из привода универсального П-11 (рисунок 3.1), предназначенного для приведения в поочередное действие подключаемых к нему механизмов для соответствующей обработки различных продуктов: мясорубки ММП-П-1 (рисунок 3.1), механизма для измельчения сухарей и специй МИП-П-1 (рисунок 3.3) и мясорыхлителя МРД- Д-1 (рисунок 3.4).

Терочный диск 7 и шнек 4 закреплены на горизонтальном валу 10 с помощью болта 3 и шайбы 1. Вал 10 установлен на двух подшипниках 8 и уплотнен манжетами

11. Между подшипником 8 и манжетой 11 находятся упорная шайба 9 и втулка 13. Конец вала 10 выполнен в виде шипа для соединения с валом привода.

Регулировка величины помола производится регулировочной гайкой 15. При вращении гайки 15 терочный барабан 6 перемещается вдоль оси вала 10 и по направляющему винту 2. Минимальный зазор между диском 7 и барабаном 0,2 мм. Для предотвращения зависания продуктов в бункере служит толкатель 14.

Мясорыхлитель МРП-1 (рисунок 3.4) состоит из редуктора 3, в корпусе которого на двух втулках-опорах 6 вращается вал 2, имеющий на одном конце шип 1 для соединения с валом привода, а на другом - шестерню 4, входящую в зацепление с колесами 5, насаженными на рабочие валы 17 и вращающиеся во втулках 6, запрессованных в крышке 7 редуктора 3. Валы 17 при помощи паза соединяются с шипами ножевых валов 15, на которых с определенным шагом насажены дисковые ножи-фрезы 13 и шайбы 14. Набор ножей-фрез 13 и шайб 14 зажимаются гайкой 11 и фиксируются стопорной шайбой 10. В мясорыхлителе МРП-П-1 имеются две каретки 18 и 19, кожух которых выполнен литьем, и две легкоъемные гребенки 10. Редуктор 3 и каретки 18 и 19 соединяются между собой с помощью пластин и пальцев 9 и закрепляются запором 8 с нишами. Для съема ножевых блоков служит ручка 12.



1, 3, 4 – матрицы; 2 – ножи; 5 – кольцо-уплотнитель; 6 – зажимная гайка; 7 – вал; 8 – корпус; 9 – хвостовик шнека; 10 – шнек; 11 – загрузочная чаша; 12 – приемная воронка

Рисунок 3.1. Мясорубка ММРП-П-1

## Техническая характеристика мясорубки ММП-П-1

Производительность - 70.0 кг/ч

Частота вращения шнека - 170об/мин

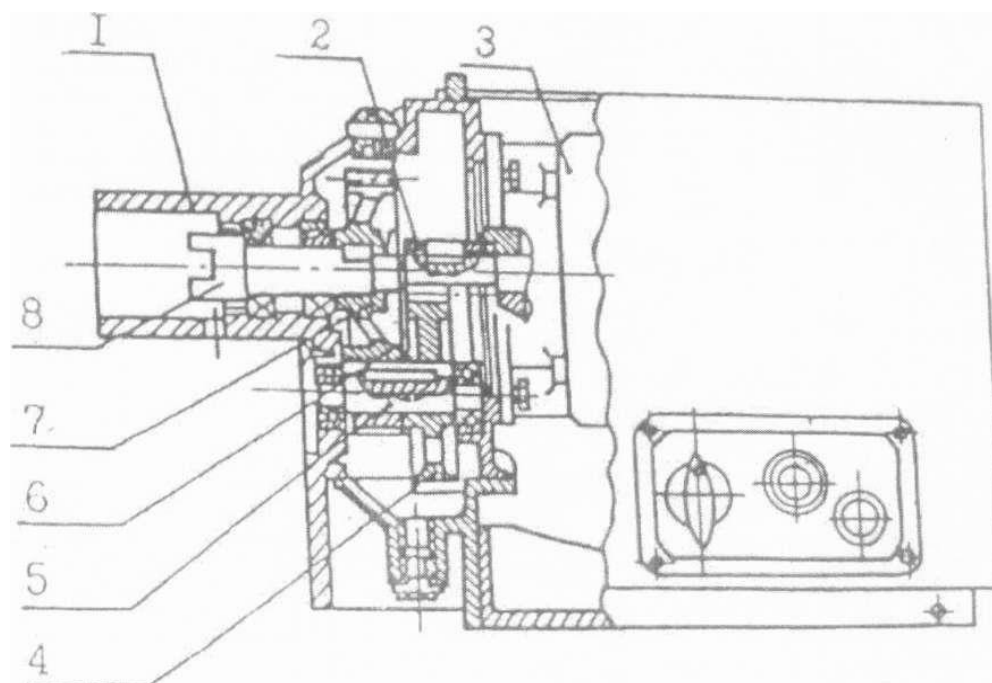
Ножевые решетки: № 1, 2, 3

наружный диаметр - 60, 60, 60 мм

диаметр отверстий - 3,5,9 мм

Габаритные размеры - 385x210x305 мм

Масса - 7,0 кг



1 - корпус; 2 - ведущая шестерня; 3 - электродвигатель; 4 - зубчатое колесо; 5 - промежуточный вал; 6 - шестерня; 7 - зубчатое колесо; 8 - рабочий вал

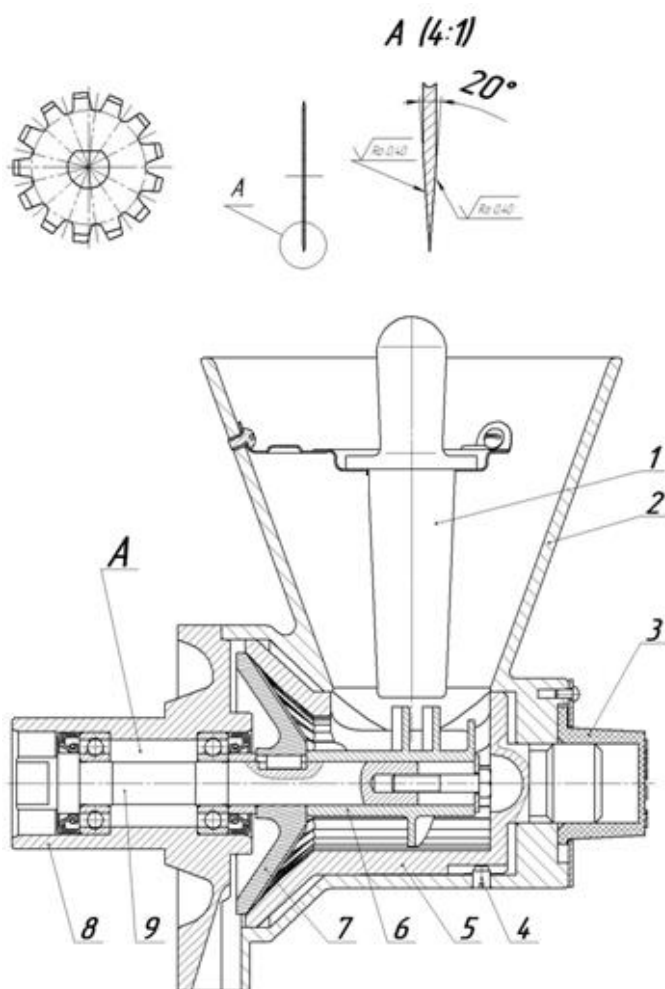
Рисунок 3.2. Общий вид привода универсального П-11

Мясорубка ММП-П-1 (рисунок 3.1) состоит из корпуса 8, в котором вращается шнек 10. Торец хвостовика совпадает с концом хвостовика 9 шнека. Для правильной вертикальной установки мясорубки и предохранения ее от поворота во время работы на корпусе 8 имеется паз, а для жесткого крепления хвостовика мясорубки в горловине привода на нем имеется другой паз, в который входит кулачок рукоятки привода.

Привод П-11 (рисунок 3.2) состоит из двухскоростного электродвигателя, двухступенчатого соосного цилиндрического редуктора, кожуха и пульта управления с переключателем скорости и пусковой кнопки. На корпусе 1 выполнен прилив в виде горловины, а с противоположной от нее стороны - отверстие с расточкой для фиксации фланца электродвигателя. Ведущая шестерня 2 редуктора закреплена

непосредственно навалу электродвигателя 3 и зацепляется с зубчатым колесом 4, смонтированным на промежуточном валу 5. На этом же валу установлен шестерня 6, зацепляющаяся с зубчатым колесом 7, посаженным на консоль рабочего вала 8 и закрепленным на нем с помощью гайки со стопорной шайбой. Рабочий вал 8 вращается в конических роликоподшипниках, установленных в расточке присоединительной горловины. Приводной вал сменного механизма соединяется с рабочим валом 8 привода с помощью паза, выполненного на торце рабочего вала. Присоединительная горловина снабжена заклинивающим механизмом.

Механизм МИП-П-1 (рисунок 3.3) состоит из корпуса 2 и крышки 8, которая является хвостовиком механизма. В корпусе 2 механизма размещены барабан 5 и терочный диск 7.

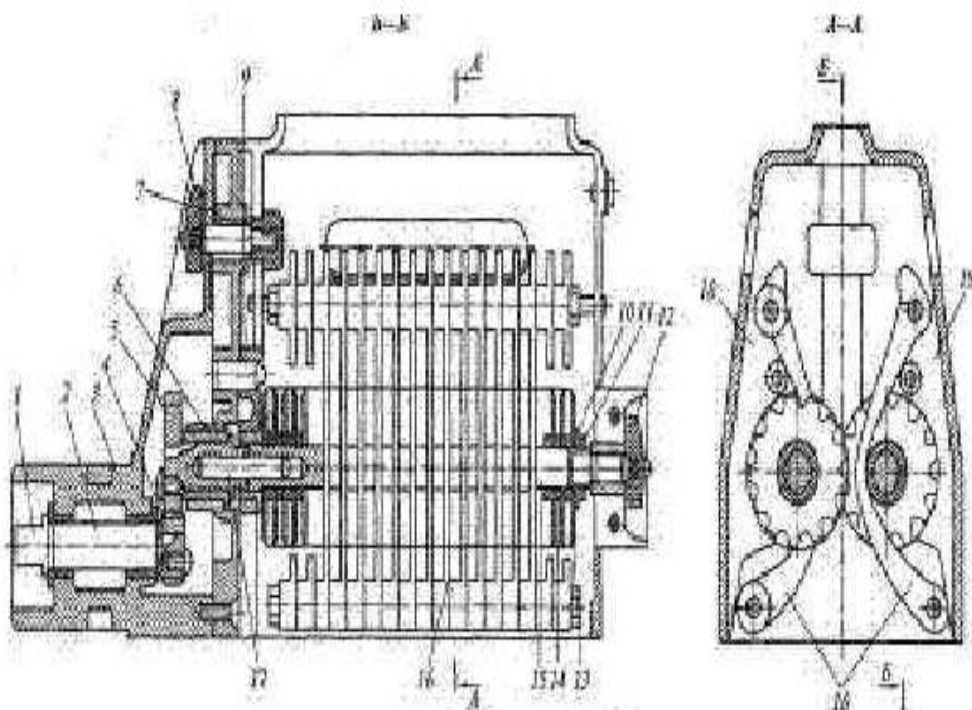


1 - толкатель; 2 - корпус; 3 - гайка; 4 – винт; 5 – барабан; 6 – шнек; 7 – диск терочный; 8 – крышка; 9 – вал

Рисунок 3.3. Механизм для измельчения сухарей и специй МИП-П-1

Техническая характеристика механизма для измельчения сухарей и специй МИП-П-1

|   |                  |
|---|------------------|
| Производительность по сухарям           | - 15,0 кг/ч      |
| Частота вращения рабочих органов        | - 170 об/мин     |
| Диаметр размолочных валков              | - 0.06 м         |
| Величина максимально допустимого зазора | - 1.2мм          |
| Габаритные размеры                      | - 305x220x355 мм |
| Масса                                   | -12.2 кг         |



1- шип для соединения с валом привода; 2- вал; 3- редуктор; 4- шестерня; 5- зубчатое колесо; 6- втулка; 7- крышка; 8 - запор; 9- палец; 10- стопорная шайба; 11 - гайка; 12- ручка; 13- дисковые ножи-фрезы; 14- шайба; 15- ножевой вал; 16 - гребенка; 17- рабочий вал; 18,19- каретки

Рисунок 3.4. Мясорыхлитель МРП-П-1

Техническая характеристика привода П-11

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Частота вращения приводного вала | - 170/330 об/мин        |
| Мощность электродвигателя        | - 0.63/0.95 кВт         |
| Частота вращения                 | - 1410/2730 об/мин      |
| Напряжение                       | - 380/220 В             |
| Вид тока                         | - трехфазный переменный |
| Габаритные размеры:              | - 540x300x325 мм        |
| Масса                            | - 42.5 кг               |



|  |                 |
|--|-----------------|
| Техническая характеристика мясорыхлителя МРП-П-1 |                 |
| Производительность                               | - 1500 шт/ч     |
| Частота вращения ножевых блоков                  | - 80.0 об/мин   |
| Мощность электродвигателя                        | - 0.63 кВт      |
| Габаритные размеры                               | - 370x140x200мм |
| Масса  | - 7.4 кг        |

### 3.2 Методика выполнения работы

Проведите частичную разборку привода П-11. Сначала отверните винты, крепящие пульт управления, а затем винты, крепящие кожух к редуктору. Потом поверните пульт управления так, чтобы при съеме кожуха пульт оставался висеть на внутреннем жгуте приводов.

Найдите входной (он же вал электродвигателя), промежуточный и выходной (он же приводной) валы редуктора. Пара зубчатых колес, получающая движение от двигателя, называется первой ступенью редуктора, а пара зубчатых колес, получающая движение от первой ступени, называется второй ступенью редуктора.

Проверните вручную вал электродвигателя и проследите за передачей движения от электродвигателя к приводному валу. Определите количество зубьев ( $z_1, z_2, z_3, z_4$ ) на каждом зубчатом колесе.

Найдите на корпусе редуктора пробки закрывающие отверстия (верхнее служит для заправки редуктора маслом, нижнее - для слива отработанного масла).

Расчетным путем определите передаточное число редуктора и частоту вращения приводного вала. Передаточное число является основной характеристикой любой передачи, показывающей, во сколько раз изменяется частота вращения при передаче движения.

Передаточное число первой и второй ступени редуктора

$$i_{1-2} = \frac{z_2}{z_1}; \quad i_{3-4} = \frac{z_4}{z_3};$$

где  $z_1$  и  $z_2$  - число зубьев ведущего и ведомого колес первой ступени редуктора;  
 $z_3$  и  $z_4$  - число зубьев ведущего и ведомого колес второй ступени редуктора.

Общее передаточное число двухступенчатого редуктора

$$i = i_{1-2} \cdot i_{3-4} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}$$

Частота вращения вала для первой и второй частоты вращения – электродвигателя

$$n_{np} = \frac{n_{об}}{i};$$

где  $n_{об}$  - частота вращения двигателя, об/мин ( $n_{об}$  - 1410/2730 об/мин);

$i$  - передаточное число редуктора.

Сравните результаты с показаниями тахометра и паспортными данными и сведите их в таблицу.

### 3.3 Правила эксплуатации мясорубки и определение ее производительности

Подготовьте мясорубку МПП-П-1 для получения крупной рубки. Укрепите привод мясорубки в гнезде привода, на корпус установите загрузочную камеру. Цапфы шнека перед сборкой смажьте пищевым несоленым жиром. Вставьте шнек в корпус, на палец его наденьте ножи и решетки в следующем порядке: подрезную решетку, двухсторонний нож, ножевую решетку с крупными отверстиями и два упорных кольца. Ножи необходимо установить так, чтобы их режущие кромки были направлены в сторону вращения шнека (против часовой стрелки). Чтобы не произошло заклинивание решеток, нужно совместить отверстие в ножевой решетке со шпонкой, находящейся на поверхности корпуса. Нажимную гайку вначале завинтите до упора, а потом ослабьте на 1/4 оборота. Включите машину и проверьте плавность ее на холостом ходу.

Подготовьте мясо: освободите его от костей сухожилий, промойте и нарежьте на куски по 100-150 г. Белый хлеб замочите в воде (250 г хлеба и 300 г воды на 1 кг мяса).

Включите привод мясорубки и затягивайте нажимную гайку до тех пор, пока шум в редукторе не начнет усиливаться. Проверьте исправность машины на холостом ходу в течение 30-40с, затем выключите привод.

Подставьте под разгрузочное отверстие лоток, включите привод мясорубки и пропускайте подготовленное мясо через мясорубку, заметив время начала его измельчения. Вращающийся шнек, захватывая куски мяса, подает их к режущим парам.

Мясо подходит к подрезной решетке сплошной массой, продавливается и срезается вращающимся ножом. Степень измельчения зависит от количества режущих пар, установленных при сборке мясорубки.

Заметьте время окончания измельчения и выключите машину. Отвинтите нажимную гайку, выньте два упорных кольца и соберите мясорубку для получения средней рубки

(котлетной массы). Для этого установите второй двухсторонний нож, ножевую решетку с мелкими отверстиями, упорное кольцо и закрутите нажимную гайку. Полученный фарш соедините с замоченным хлебом и проведите вторичное измельчение, заметив время начала и окончания процесса. По окончании работы выключите двигатель, разберите мясорубку и промойте все ее части горячей водой с содой, затем просушите и смажьте режущие кромки ножей пищевым несоленым жиром.

Рассчитайте теоретическую производительность мясорубки при крупном и среднем измельчении продукта  $Q_T'$  и  $Q_T$  (кг/с) по формуле

$$Q_T = 0,25\pi d^2 b \xi \rho v_0;$$

где  $d$  - диаметр отверстия последней решетки, мм;  
 $b$  - количество отверстий в последней решетке;  
коэффициент использования площади отверстий последней ножевой решетки ( $\xi$  - 0,7...0,8);  
 $\rho$  - плотность продукта, кг/м<sup>3</sup> (для мяса  $\rho = 1100$  кг/м);  
 $v_0$  - средняя скорость выхода продукта из отверстий решетки, м/с (принята равной  $v_0 = 0,02$  м/с).

Определите действительную производительность мясорубки по полученным в работе данным при крупном и среднем измельчении  $Q$  и  $Q''$  (кг/с) по формуле

$$Q = \frac{m}{i_6}$$

где  $m$  - масса продукта, кг;  
 $i_6$  - время измельчения продукта, с.

Сравните производительность машины в том и другом случае, при их несоответствии объясните причину. Полученные значения производительностей занесите в таблицу.

Обоснование режима работы измельчающего механизма с конусным рабочим органом.

Измельчение продукта в механизме МИП-П-1 осуществляется разрушением при сжатии (раздавливании) в сочетании с разрушением при сдвиге между жерновами (барабаном и терочным диском). Жернова обращены один к другому рифлеными поверхностями, расстояние между которыми постепенно уменьшается в направлении наружной кромки.

Режим работы выбирают таким образом, чтобы частички продукта, поступившие на вращающийся терочный диск, не сползли под действием тангенциальной составляющей собственного веса  $G$ , а отбрасывались бы

нормальной составляющей центробежной силы  $F_m$  на рифленую поверхность неподвижного барабана. Под действием же тангенциальной составляющей центробежной силы  $F$ , частички должны продвигаться к разгрузочному отверстию. Для этого необходимо, чтобы тангенциальная составляющая центробежной силы преодолела бы тангенциальную составляющую веса самого продукта и силу трения:

$$F_n \geq G_1 + F_n f;$$

где  $f$  - коэффициент трения продукта о терочный диск ( $=0,3$ ).

Решая это уравнение относительно частоты вращения рабочих органов  $n$  (об/мин) и зная, что

$$\omega = \frac{\pi n}{30} (1 - K_{np});$$

где  $K_{np}$  - коэффициент трения продукта о терочный диск ( $=0,5$ ), получим

$$n \geq \frac{30}{(1 - K_{np})} \sqrt{R_{cp} (1 - f \cdot \operatorname{tg} \alpha)};$$

где  $R_{cp}$  - средний радиус терочного диска, м ( $R_{cp} = 0,02$  м);  
 $\alpha$  - угол конусности жерновов ( $\alpha = 47^\circ$ ).

Замерьте конструктивные параметры терочного диска ( $R_{cp}$  и  $a$ ) и, используя последнее уравнение, рассчитайте частоту вращения жернова. С помощью тахометра определите действительную частоту вращения  $n_a$ . Полученные значения  $n$  и  $n_a$  занесите в таблице 3.1 и при их несоответствии объясните причину.

### 3.4 Определение пропускной способности мясорыхлителя

Подготовьте рыхлитель мяса к работе, для чего установите хвостовик в гнездо привода и закрепите. Установите гребенки на половинах каретки, возьмите в каждую руку по половине каретки, держась за верхние стяжки, и половину, имеющую пазы на щеках, установите перпендикулярно второй половине.

Заведите штифты петель в пазы, соедините половины, поворачивая их навстречу одна другой, и зафиксируйте это положение защелками. Установите каретку в корпусе сменного механизма и, поворачивая фрезы, добейтесь соединения муфт. Включите привод на 30-40 с и проверьте работу механизма на холостом ходу.

Поставьте под разгрузочное отверстие лоток, включите привод и опустите в загрузочную воронку порционные куски мяса. Они захватываются вращающимися ножами-фрезами, зубья которых наносят на них частую неглубокую насечку,

разрезая сухожилия. Это предотвращает деформирование кусков мяса при тепловой обработке и увеличивает их поверхность.

Рассчитайте пропускную способность мясорыхлителя N (шт/с) по формуле

$$N = \frac{v_0}{L} \xi;$$

где  $v_0$  - окружная скорость ножа м/с;

$L$  - длина обработанного куска, м;

$\xi$  - коэффициент, учитывающий перерывы в подаче продукта ( $\xi=0,3$ ).

$$v_0 = \frac{\pi n}{30} r_{cp} = \frac{\pi n}{60} S;$$

где  $n$  - частота вращения ножей-фрез, об/мин;

$r_{cp}$  - средний радиус ножевой фрезы, м;

$S$  - расстояние между осями ножевых блоков, м.

Сравните рассчитанную пропускную способность с паспортным значением, при несоответствии объясните причину и заполните таблицу.

По окончании работы рыхлитель разберите, части его промойте горячей водой с содой и протрите сухой тканью.

## Практическая работа №4. Камнеотделительные машины

### Введение

В зерне, поступающем в зерноочистительное отделение мукомольного завода, как правило, содержатся галька, крупный песок, кусочки руды, шлака, земли, ракушечника, стекла, немагнитных металлов и т. д., которые объединяют общим названием «минеральные примеси». По геометрическим размерам и аэродинамическим свойствам они настолько близки к зерновкам основной культуры, что не могут быть выделены на ситах, в триерах или воздушным потоком. Поэтому такие примеси относят к трудноотделимым.

Наличие минеральных примесей ухудшает качество муки или манной крупы, создавая ощущение хруста при разжевывании. Перед размолотом зерна минеральные примеси удаляют в процессе очистки. Правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах содержание минеральных примесей в зерне строго регламентируется. Для очистки зерна от минеральных примесей используют камнеотделительные машины. По принципу действия их можно разделить на вибрационные, вибропневматические и гидродинамические.

Основой рабочего процесса машин первой группы является использование инерционных сил, возникающих в сыпучей среде при колебаниях сортирующей поверхности. Расслоение и разделение разнородных компонентов смеси происходят вследствие их различия по размерам, форме, состоянию поверхности, плотности или совокупности показателей. Это машины с круговым поступательным движением в горизонтальной плоскости.

Во вторую группу входят машины, в которых используют восходящий поток воздуха в сочетании с колебаниями сортирующей поверхности. Это машины с возвратно-поступательным движением в горизонтальной плоскости.

К третьей группе относят машины, в которых осаждение минеральных примесей происходит в потоке воли. С точки зрения эффективности разделения этот способ даёт хорошие результаты. Однако у него есть и недостаток - необходимость последующей сушки зерна и отходов.

### 4.1 Рабочий процесс в камнеотделительных машинах

Состав минеральных примесей разнообразен. Это мелкая галька, кусочки угля, руды, земли, крупный песок и т. д.

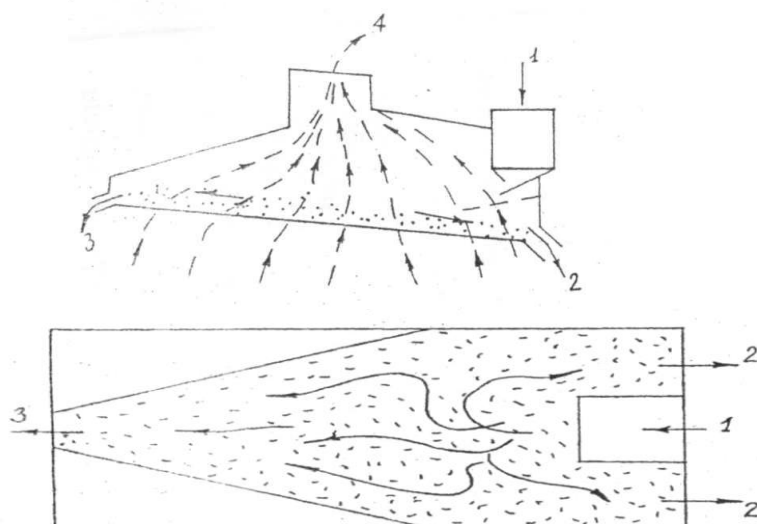
Основным свойством, по которому возможно выделить минеральные примеси из зерна, является плотность, составляющая 1.9 - 2.7 г/м<sup>3</sup>, т.е. примерно вдвое выше,

чем у зерна (1.3 - 1.4 г/см<sup>3</sup>). Различие этих компонентов по коэффициенту трений также способствует их разделению.

Процесс выделения из зерна минеральных примесей на рабочем органе - наклонной сортирующей поверхности (деке) в условиях восходящего воздушного потока (без просеивания) можно согласно рисунку 1 условно рассматривать как три одновременно протекающих явления. При совместном воздействии вибраций сортирующей поверхности и потока воздуха происходит разрыхление слоя зерна, при этом снижается коэффициент внутреннего трения и зерновая смесь переходит в состояние псевдооживления. В таком слое создаются условия для эффективного самосортирования разнородных компонентов: тяжелые частицы опускаются в нижние слои, достигая сортирующей поверхности, а частицы с меньшей плотностью стремятся в верхние слои. В расслоенной смеси происходит процесс вибрационного перемещения разнородных компонентов в противоположных направлениях.

Транспортирование вверх создается в результате определенного сочетания: кинематических параметров, угла наклона и коэффициента трения сортирующей поверхности, нагрузки. При отсутствии воздушного потока все компоненты смеси движутся вверх по сортирующей поверхности. При наличии аэрирующего воздействия воздуха псевдооживленный слой зерна, практически не подверженный транспортирующему воздействию деки, «течет», как жидкость, под уклон и разгружается в нижней широкой части деки. Тяжелые минеральные частицы, находящиеся в нижнем слое и имеющие наибольшее сцепление с шероховатой сортирующей поверхностью, транспортируются вверх против наклона деки и выводятся через верхнюю, суженную ее часть.

На эффективность и производительность камнеотделительных машин вибропневматического принципа действия оказывают существенное влияние следующие факторы: частота, амплитуда и направление колебаний, скорость воздушного потока, угол наклона деки и коэффициент трения ее поверхности, различие в плотности зерна и минеральных примесей, нагрузка и влажность зерна. Эффективность очистки зерна от минеральных примесей должна быть не ниже 95 %.



1 - зерно исходное; 2 - зерно очищенное, 3 - примеси минеральные; 4 – воздух с лёгкими примесями

Рисунок 4.1. Вибропневматический принцип разделения компонентов зерновой смеси

#### 4.2 Камнеотделительная машина РЗ-БКТ-100

Вибропневматический способ разделения зерновой смеси использован в малогабаритных камнеотделительных машинах А1-БКВ, А1-БКР, которые применяют для обработки промежуточных фракций, содержащей минеральные примеси после камнеотделительной машины А1- БОК, а также на рисо заводах. В состав комплектного высокопроизводительного оборудования мукомольных заводов входят вибропневматические камнеотделительные машины РЗ-БКТ, РЗ-БКТ-100, РЗ -БКТ-150.

Вибростол - основной рабочий орган камнеотделительной машины РЗ-БКТ-100. Он состоит из несущей сварной рамы 19, в которой смонтирована дека, закрытая сверху корпусом 15 (рисунок 4.2). Дека прикреплена к несущей подвижной раме со стороны выхода минеральных примесей натяжным винтом 1, с противоположной стороны кронштейнами, а по бокам натяжными уголками и болтами.

Основная часть деки - воздухопроницаемая сортирующая поверхность, которая представляет собой металлотканую сетку с отверстиями размером 1.5 на 1.5 мм. Изготавливают ее из проволоки 0 1 мм. С нижней стороны деки установлено воздуховывравнивающее перфорированное днище с отверстиями диаметром 3,2 мм. Днище прикреплено к деке винтами и гайками- барашками.

Между сеткой и днищем находится сварная рама (решетка) из алюминиевого сплава с продольными и поперечными перегородками, образующими квадраты



размером 55 на 55 мм. Рама и днище машины предназначены для распределения воздуха.

Корпус машины служит для образования вакуума и размещения вспомогательных узлов машины. В верхней части его расположено пять отверстий: одно для присоединения приемного устройства, второе для аспирационного рукава 5 и три отверстия для окон 4, которые закрыты прозрачным материалом для визуального контроля рабочего процесса.

На продольных боковых поверхностях корпуса расположено по два круглых отверстия с крышками 16, имеющими ручку 17 и фиксатор 18. Эти отверстия предназначены для доступа к сетке деки. Рядом с отверстиями установлено четыре регулировочных диска 3 из алюминиевого сплава со шкалой для контроля амплитуды и направления колебаний.

В корпусе машины со стороны выхода минеральных примесей над декой установлен механизм регулирования выпуска минеральных примесей в соответствии с рисунком 3. Он представляет собой пластину 1 из оргстекла, фиксируется пружиной 3 и болтом 4 с гайкой. Положение его изменяют регулировочными винтами 2.

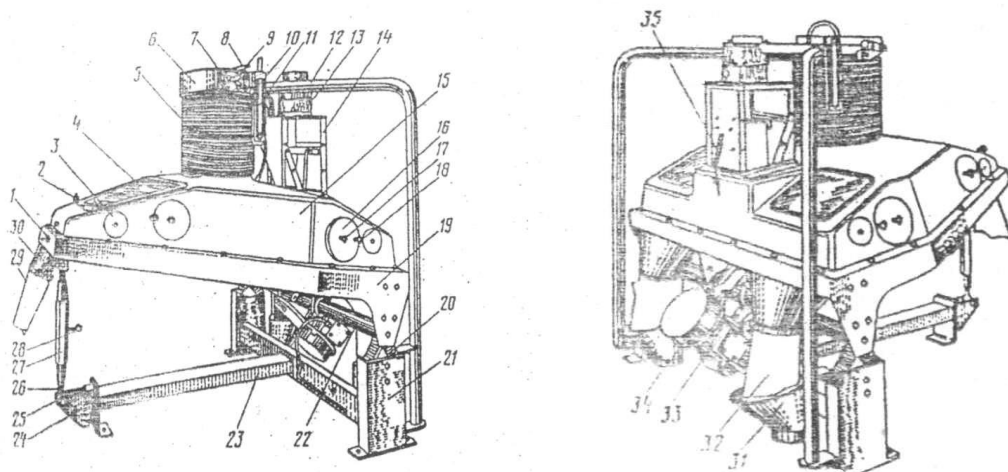
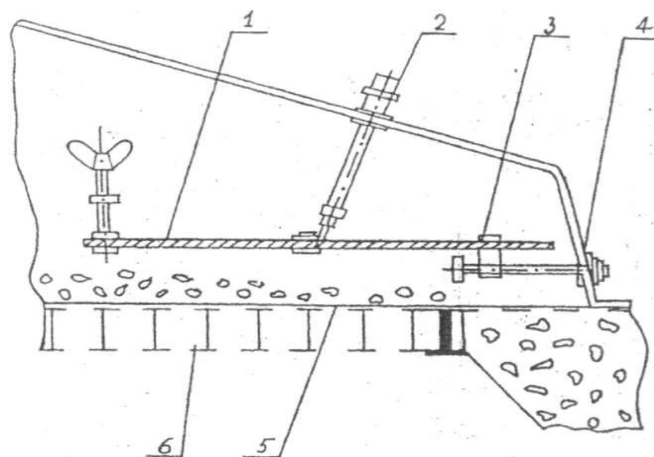


Рисунок 4.2. Камнеотделительная машина РЗ-БКТ-100



1 - пластина; 2 - регулировочный винт; 3 - пружина; 4 - болт с гайкой; 5 - сетка деки; 6 - воздухораспределительная решетка

Рисунок 4.3. Крышка корпуса

В крышке корпуса смонтирован штуцер, соединенный гибкой трубкой с манометром 11 (рисунок 4. 3). Внутри корпуса под декой установлен неоновый светильник, катимый включают по мере необходимости.

Вибростол установлен на трех опорах. Со стороны выхода очищенного зерна нижняя часть вибростола опирается на четыре пружины-амортизаторы 20. Они расположены попарно под углом  $90^\circ$  одна к другой. С противоположной стороны установлена вертикальная стойка с шарниром и механизмом регулирования угла наклона вибкостола. Этим механизмом изменяют угол наклона деки, поднимая или опуская её край со стороны выхода минеральных примесей. При вращении трубы 27 ручку 28 происходит перемещение рым-болтов 26. Последние имеют левую и правую резьбу. Величину угла наклона (в градусах) указывает кромка конуса на вертикальной шкале.

Вертикальная стойка с подвижной рамой деки связана уголками и сайлент-блоками 25, а со станиной 23 - через кронштейн 24 и сайлент-блоки. Они состоят из двух концентрично установленных коротких стальных трубок с запрессованной между ними резиновой втулкой. Сайлент-блоки применяют для соединения подвижной и неподвижной частей или двух частей.

Приемный патрубок 14 включает следующие основные узлы: питатель, приемник, распределитель. Питатель 13 состоит из корпуса, к которому хомутом прикреплен конус-воронка. Нижняя часть питателя соединена гибким рукавом с приемным патрубком 14, и верхняя с подводящей самотечной трубой. Приемный патрубок имеет две прозрачные боковины, соединенные между собой металлическими стенками, крышку, питающий клапан, рычаг с пружиной и уголком для крепления к корпусу. Приемный патрубок обеспечивает постоянство нагрузки и герметичность вакуумной системы в узле поступления зерна. Распределитель

установлен в корпусе камнеотделительной машины под приемным патрубком непосредственно над декой. Он состоит из двух боковых стенок, между которыми наклонно установлена металлочная сетка. Здесь происходит предварительная аэрация, и распределение исходной смеси зерна по сортирующей поверхности.

Для выхода очищенного зерна предусмотрено два патрубка на нижнем конце вибростолы, а для минеральных примесей - один выпускной патрубок на противоположной стороне. Выпускное устройство состоит из металлического патрубка, жестко связанного с рамой вибростолы. К патрубку с помощью хомута присоединяют упругий резиновый рукав, сдавленный с двух сторон. Два резиновых рукава 32 выпускают очищенное зерно в воронки 31, связанные с самотечными трубами, а один рукав 29 выпускает, минеральные примеси в переносной накопительный бункер.

Вытяжное устройство представляет собой гибкий аспирационный рукав из прорезиненной ткани, соединенный хомутами в нижней части с корпусом машины, а в верхней - с аспирационным патрубком 6. В последнем установлен регулятор воздуха, выполненный, в виде заслонки 8 и поворачивающийся с помощью рукоятки 10 вокруг оси 9 на 90°. В горизонтальном положении заслонка перекрывает сечение патрубка. Положение заслонки указывает верхняя кромка кронштейна 7 на шкале. Патрубок с регулятором воздуха прикреплен к станине двумя изогнутыми трубчатыми стойками 12.

Привод камнеотделительной машины и возвратно-поступательное движение осуществляется инерционным вибратором 33. Он представляет собой электродвигатель в соответствии с рисунком 4, на обоих концах вала 1 которого установлены регулировочные грузы 2, 3. Регулируют амплитуду колебаний вибростолы изменяя, положение грузов друг относительно друга. При этом фиксирует расстояние между двумя точками грузов. Вибратор установлен в центральной части трубы виброрегулятора 22 (рисунок 4.4) с помощью фиксатора, хомутов, сайлентблоков и кронштейнов 34.

1 - вал вибратора; 2,3 - регулируемые грузы

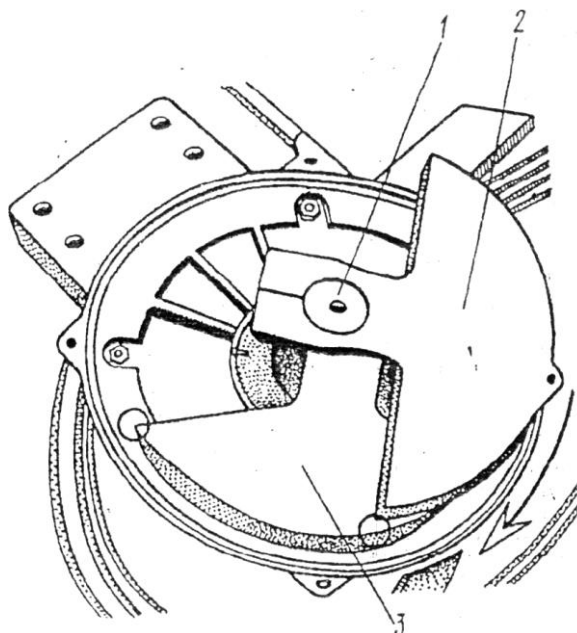


Рисунок 4.4. Вибратор

Виброрегулятор служит для регулирования направления колебаний и установки на нём колеблющихся масс камнеотделительной машины и вибратора. Он состоит из горизонтальной трубы с приваренными к ней опорами, которые прикреплены к несущей раме деки. Труба установлена на четырех пружинах амортизаторах 20, которые фиксируются конусами стоек станины и конусами ряда виброрегулятора. Направление колебаний изменяют перемещая вибратор в вертикальной и горизонтальной плоскостях относительно вала виброрегулятора.

Станина 24 камнеотделительной машины представляет собой сварную Т-образную конструкцию из двух стальных труб квадратного сечения, кронштейна и двух стоек 21 с конусами для установки пружин амортизаторов.

### 4.3 Настройка и регулировка

Настройка и регулирование камнеотделительных машин производится следующим образом. Рабочий процесс имеет шесть регулируемых параметров: нагрузка, амплитуда и направление колебаний, расход воздуха, угол наклона деки и положение регулировочной пластины в зоне выпуска минеральных примесей. Все параметры имеют механизмы регулирования и соответствующие указатели установленных значений.

Камнеотделительные машины типа РЗ-БКТ после монтажа и наладки тщательно регулируют. Устанавливают вибростол в рабочее положение под углом  $7^\circ$  к горизонтали. Проверяют затяжку резьбовых соединений. На холостом ходу не должно быть несвойственного шума, стука и вибрации.

Амплитуда и направление колебаний проверяют на холостом ходу с помощью регулировочных дисков в соответствии с рисунком 5. До пуска машины все четыре диска на обеих сторонах корпуса вибростола устанавливают так, чтобы вертикальная стрелка на корпусе находилась между 30 и 40 °С нижней шкалы. Если при работе машины направление пунктирной линии с кружками на диске совпадает с направлением колебаний вибростола, видна четкая линия, а теин окружностей - эллипсы вытянуты вдоль этой линии. Если видна расплывчатая линия, а эллипсы вытянуты под углом, значит, направления не совпадают. Следует ослабить фиксирующий винт, повернуть диск до появления меткой линии и снова закрепить. При отклонении от заданного угла более по шкале дисков установленных на одной боковой стороне корпуса, необходимо провести коррекцию положения вибратора по вертикали.

Коррекцию угла направления колебаний выполняют следующим образом. Ослабляют скобы крепления вибратора и поворачивают его в вертикальном направлении. Если вибратор перемещают вниз, то угол направления колебаний со стороны выхода очищенного зерна увеличивается, а с противоположной - уменьшается. Смещение вибратора вверх приводит к обратному явлению уменьшению угла на стороне выхода очищенного зерна и увеличению - на противоположной стороне.

Если наблюдается расхождение показателей на шкале дисков, находящихся на разных сторонах корпуса, проводят коррекцию положения вибратора по горизонтали, т. е. сдвигают его по оси вала - виброрегулятора в сторону меньшего угла направления колебаний. При этом вначале отмечают старое место установки, затем ослабляют скобы, сдвигают вибратор в нужном направлении относительно пометки и затягивают скобы.

Регулировка амплитуды колебаний осуществляется перемещением грузов вокруг вала вибратора в соответствии с рисунком 4.3. Если раздвигать грузы друг относительно друга, амплитуда уменьшается, а при сближении их - увеличивается. Смещение грузов, установленных в верхней и нижней частях вибратора, должно быть одинаковым и примерно равным 150-160 мм.

При работе машины возникает визуальный эффект пересечения на диске линии хода с линией шкалы. Точка пересечения указывает величину амплитуды колебаний, которая при нормальной работе должна находиться между отметками 4 и 5, что соответствует амплитуде колебаний вибростола 2.0-2.5 мм (рисунок 4.5).

Дроссельную заслонку регулятора воздуха устанавливают в положение, при котором разрежение по манометру составляет 750 Па без нагрузки.

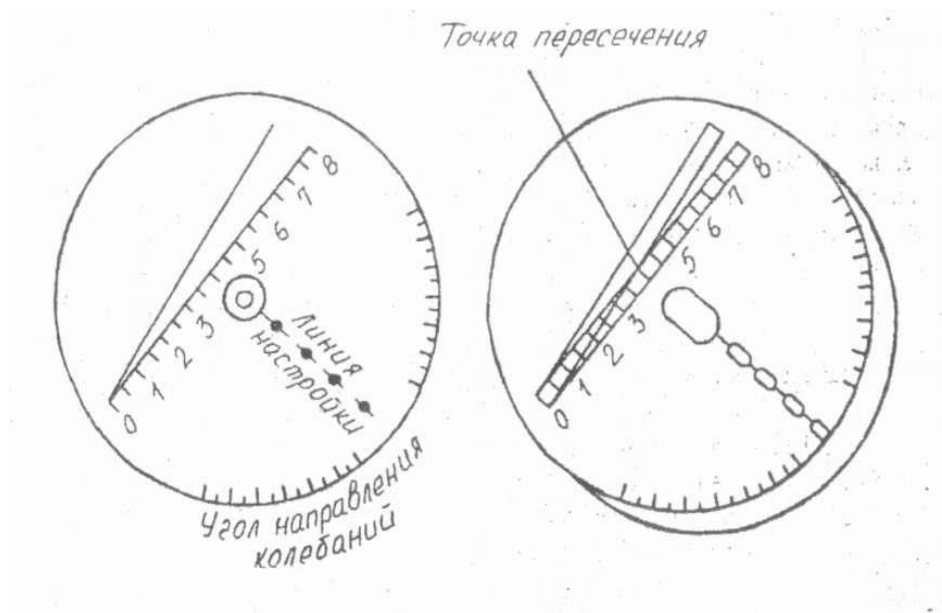


Рисунок 4.5. Регулировочный диск

Необходимо установить пластину 1, в соответствии с рисунком 4.3, на высоту 25 мм над декой со стороны выхода минеральных примесей. Регулируя положение пластины 1, можно добиться повышения эффективности выделения минеральных примесей.

При работе под нагрузкой следует отрегулировать пружину питающего клапана, смещая ее на нужную засечку рычага, чтобы небольшое количество зерна находилось на слегка прижатом клапане. Если в рабочем режиме слой зерна не «кипит» при открытой заслонке регулятора воздуха, необходимо очистить сетку деки проволочной щеткой. При правильно проведенном регулировании и хорошей эксплуатации машин типа РЗ-БКТ эффективность очистки зерна от минеральных примесей составляет 98-99%.

## Практическая работа №5. Изучение устройства и правил эксплуатации сепаратора-сливкоотделителя

### Цель работы:

1. Изучение устройства и принципа работы центробежного сепаратора-сливкоотделителя.
2. Приобретение практических навыков сборки и разборки сепаратора, а также регулирования жирности сливок при сепарировании.
3. Определение зависимости фактических и расчетных мощностей на привод и производительности от скорости, вращения барабана сепаратора при установившемся режиме работы.
4. Сопоставление расчетной и фактической производительности, а также мощности на привод сепаратора.
5. Обработка результатов испытаний.

### Оборудование, инструменты и инвентарь:

Испытательный стенд с сепаратором «Сатурн-2», ключ комбинированный, ключ для регулирования винта сливок, ерш для мытья посуды, два мерных стакана вместимостью 1 л, деревянная подставка, кастрюля, плита электрическая, спиртовой термометр, полотенце.

**Продукты:** молоко пастеризованное - 15,0 л: содовый раствор с массовой долей 0,5 % - 2 л.

### 5.1 Изучение устройства и принципа работы

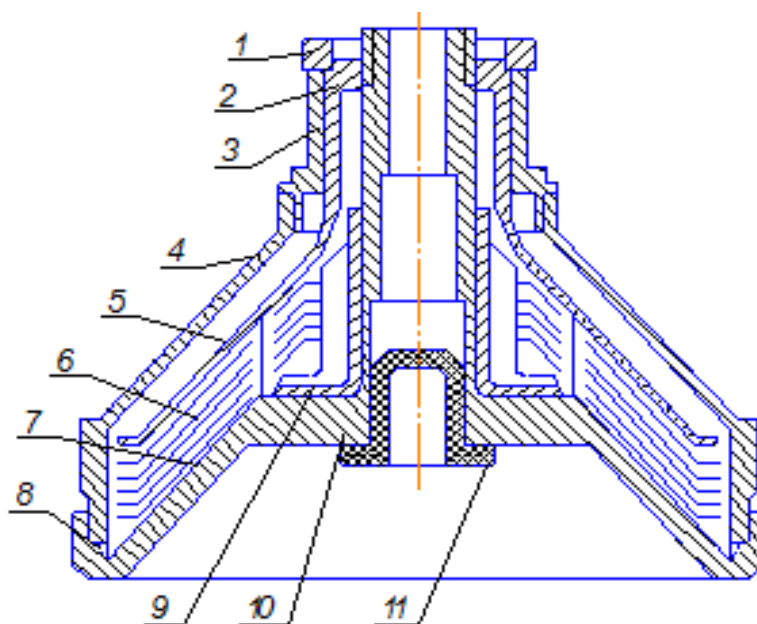
Сепаратор-сливкоотделитель предназначен для разделения цельного молока на обезжиренное молоко и сливки регулируемой жирности.

Электросепаратор «Сатурн-2» состоит из электропривода, барабана, приемно-выводного устройства и корпуса. Корпус представляет собой пластмассовую отливку, внутри которой вертикально смонтирован электродвигатель на упругих резиновых опорах верхней и нижней. В электросепараторе используется специальный однофазный коллекторный электродвигатель. Основание сепаратора имеет три резиновых амортизатора, винт для регулирования барабана, но высоте и крепится к корпусу тремя винтами.

Барабан сепаратора «Сатурн-2» (рисунок 5.1) состоит из основания 10, фиксатора тарелок 9, резинового уплотнительного кольца 8, тарелок 6 и 7, тарелки верхней 5, регулировочного винта 3, крышки барабана 4, гайки 1. Для установки барабана (на вал электродвигателя основание снабжено втулкой 11 с поперечной перегородкой).

Разделение цельного молока на сливки и обезжиренное молоко осуществляется в барабане работающего электросепаратора следующим образом. Молоко через краник

приемника молока стекает в поплавковую камеру, из которой поступает в питающую трубку основания барабана 10 и далее - в фиксатор 9.



1- гайка специальная; 2 - фиксатор; 3 - винт регулировочный; 4-крышка барабана; 5 - тарелка верхняя; 6 - тарелка промежуточная; 7 - нижняя тарелка; 8-кольцо уплотнительное; 9 - фиксатор; 10-основание барабана; 11 - втулка с поперечной перегородкой

Рисунок 5.1. Общий вид барабана сепаратора «Сатурн 2»

Из фиксатора 9 молоко по вертикальным каналам пакета конических тарелок распределяется в межтарелочных зазорах, где под действием центробежных сил разделяется на две фракции - сливки и обезжиренное молоко. Сливки, как более легкая фракция, направляются к оси вращения барабана, поднимаются до верхней тарелки 5 и через отверстие регулировочного винта 3 выводятся в приемник сливок, а оттуда - в приемную емкость. Обезжиренное молоко, как тяжелая фракция, под действием центробежной силы отбрасывается к периферии барабана. Под давлением поступающего молока оно поднимается в горловину барабана и через паз вытекает в приемник обезжиренного молока, а затем в приемную емкость.

На щите управления стенда для испытания электросепаратора установлены общий выключатель, секундомер, вольтметр, амперметр, лабораторный автотрансформатор для регулирования напряжения питания сепаратора, сигнальные лампочки, тахометр.

Техническая характеристика:

Производительность - не менее 55,0 л/ч



Вместимость приемника молока - 5,5 л  
Частота вращения барабана - до 12000 об/мин  
Жирность обезжиренного молока - 0,05 %  
Предел регулирования отношения сливок к обезжиренному молоку - от 1:4 до 1:10  
Температура сепарируемого молока – 40-45°С  
Номинальная потребляемая мощность - 60 Вт  
Номинальное переменное напряжение - 220 В  
Габаритные размеры- 330x300x500мм  
Масса -3,85 кг

## 5.2 Правила эксплуатации

Перед началом испытаний убедитесь, что стенд выключен из сети, рукоятка выключателя на щите управления находится в положении **ВЫКЛЮЧЕНО**.

Молочную посуду тщательно промойте горячим содовым раствором с массовой долей от 0,5% до 0,2 %, ополосните чистой водой и досуха протрите полотенцем.

Разберите барабана и промойте его детали в горячем содовом растворе, ополосните чистой горячей водой, просушите и соберите. При снятии крышки барабана и пакета тарелок следует легко ударять резьбовой частью основания барабана о деревянную подставку.

Сборку барабана производите в следующем порядке. Вложите в канавку основания 10 уплотнительное кольцо 8, наденьте на питающую трубку фиксатор 2 так, чтобы штифт основания барабана 10 вошел в отверстие в следующем порядке: первая тарелка - с выдавками, следующая - гладкая и т.д., причем последняя тарелка с выдавками, а затем верхнюю тарелку 5 и крышку барабана 4. При этом фиксатор 2 с регулировочным винтом 3 на верхней тарелке 5 должен войти в паз крышки барабана, а выступ в крышке барабана в паз основания барабана 10. Наверните на питающую трубку основания барабана 10 гайку специальную 1 и затяните ее усилием руки. Разборку барабана производите в обратной последовательности.

В процессе эксплуатации электросепаратора запрещается работать без его закрепления в рабочем месте; производить снятие приемно-выводного устройства и разборку сепаратора без полного отключения от сети; устанавливать барабан на вал электродвигателя и приводить его во вращение с незатянутой до конца гайкой 1; тормозить барабан рукой или салфеткой; работать на сепараторе при задевании барабаном приемно-выводного устройства.

## 5.3 Методика выполнения работы

Убедитесь, что стенд и сепаратор отключены от сети. Снимите приемное выводное устройство, разберите барабан. Измерьте геометрические параметры элементов барабана: малый  $r$  (м) и большой  $R$  (м) радиусы тарелки; количество тарелок  $z$ ; угол подъема образующей тарелки  $\alpha..^\circ$ ; расстояние от оси барабана до торца отверстия регулировочного винта  $R_{вт}(м)$ ; наружный радиус цилиндрической части барабана  $R_б$  (м).

Результаты измерений приведены в протоколе в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Протокол наблюдений

| Большой радиус тарелки | Малый радиус тарелки | Количество тарелок | Угол подъема образующей тарелки | Расстояние  | Наружный радиус барабана |
|------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------|
| $R$ (м)                | $r$ , м              | $Z$ , шт           | $\alpha..^\circ$                | $R_{вт}(М)$ | $R_б$ (м)                |

Соберите барабан. Установите па верхнюю часть электропривода последовательно барабан, приемник обезжиренного молока, приемник сливок, камеру поплавковую, приемник молока, краник.

Включите электродвигатель сепаратора и зафиксируйте величину напряжения  $U_x$  (В), силу тока  $I_x(A)$  при установившемся холостом режиме различных частотах вращения ротора в интервале 7000-12000 об/мин. Дождитесь момента полной остановки электродвигателя сепаратора и включите его. Повторите измерения.

Нагрейте молоко до 40 - 45 °С и измерьте его температуру спиртовым термометром. Включите сепаратор и через 1-2 мин после его запуска пропустите через него не менее 1,0 л воды с температурой от 40 °С до 50 °С. Закройте краник и залейте 5,0 л подогретого молока в приемник. Поставьте под рожки приемников продуктов мерные стаканы.

Таблица 5.2

Результаты испытаний

| Частота вращения барабана | Холостой ход | Рабочий ход | Время сепарирования молока | Объем сливок | Объем обрат |
|---------------------------|--------------|-------------|----------------------------|--------------|-------------|
| $n$ , об/мин              |              |             |                            |              |             |

По окончании сепарирования пропустите 2,0 л обезжиренного молока для удаления сливок, оставшихся в барабане. После прекращения сепарирования пластмассовую посуду и все детали барабана промойте в горячем содовом растворе, ополосните в чистой горячей воде, протрите досуха полотенцем и просушите.

## 5.4 Расчетная часть

Определите расчетную производительность сепаратора  $M_{\tau}$ (м/с) при различной частоте вращения барабана по формуле.

Выставьте регулятором частоту вращения барабана 8000 об/мин. Откройте краник в молокоприемнике. Зафиксируйте напряжение  $U_p$  (В) и силу тока  $I$  (А) в установившийся период работы. Измерьте секундомером время сепарирования 5.0 л молока и с помощью мерного стакана объемное количество полученных сливок и обезжиренного молока. Повторите вышеприведенные измерения при различных частотах вращения барабана в интервале от 8000 до 12000 об/мин. Результаты измерений вносим в таблицу.

$$M_m = 2,16n^2 z \cdot \operatorname{tg} \alpha (R^3 - r^3) d^2 t; \quad (5.1)$$

где  $n$  – частота вращения барабана об/с;

$z$  – число тарелок;

$\alpha$  – угол наклона образующей тарелки ....°;

$R, r$  – большой и малый расчётные радиусы тарелки, м;

$d$  – диаметр жирового шарика, м;

$d$  (3..5) - 10 м;  $t$  – температура молока, °С.

$$M_{\phi} = \frac{V_c - V_0}{\tau_c \cdot 10^3}; \quad (5.2)$$

Рассчитайте фактическую производительность сепаратора.

Сравните расчетную и фактическую производительности сепаратора при различной частоте вращения и в случае несоответствия объясните причину.

Определите расчетную мощность, затрачиваемую на привод барабана  $N_6$  (Вт) в период установившегося режима,

$$N_6 = N_1 + N_2 + N_3 + N_4; \quad (5.3)$$

где  $N_1$  - мощность, затрачиваемая на придание кинетической энергии выводимым фракциям молока, Вт;

$N_2$  - мощность, затрачиваемая на преодоление трения о воздух, Вт;

$N_3$  - мощность, затрачиваемая на трение в приводном механизме и уплотнительной манжете, Вт ( $N_3 \geq 3$  Вт);

$N_4$  - мощность, затрачиваемая на встроенные насос и напорный диск, Вт ( $N_4 = 0$ ).

$$N_{\phi} = 0.5\varphi M_{\phi} \rho_{ж} \omega^2 R_{вт}^2 ; \quad (5.4)$$

где  $\rho$  - экспериментальный коэффициент, (-1,1...1,2);

$\rho_{ж}$ - плотность молока, кг/м<sup>3</sup> (1020 кг/м<sup>3</sup>);

$\omega$  - угловая скорость вращения барабана, рад/с.

$$N_2 = 1.55\beta\rho_B n^3 R_{\phi}^5 ; \quad (5.5)$$

где  $\rho$  - экспериментальный коэффициент ( 0,15);

$\rho_B$ - плотность воздуха ( 1,3 кг/м<sup>3</sup>);

$n$ - частота вращения барабана, об/с;

$R$  - наружный радиус барабана, м;

$R_{вт}$ - расстояние от оси барабана до торца отверстия регулировочного винта, м.

Определите мощность на привод в период холостого установившегося режима  $N_x$  (Вт)

$$N_x = N_2 + N_3 ; \quad (5.6)$$

При работе сепаратора в режиме сепарирования  $N_p$ (Вт) мощность на привод определяется

$$N_p = N_1 + N_2 + N_3 ; \quad (5.7)$$

Фактическую мощность  $N_{\phi}$  (Вт) определите по формуле

$$N_{\phi} = UI_{ж} ; \quad (5.8)$$

где  $U$  и  $I_{ж}$  - напряжение и сила тока.

Сравните расчетную и фактическую мощности на привод сепаратора при холостом и рабочем ходе и в случае несоответствия объясните причину.

## 5.5 Графическая часть

Представьте в виде графиков зависимости теоретической  $M_{\phi}$  и теоретической  $M_{\phi}$  производительности, а также мощностей  $N_x$ ,  $N_p$ ,  $N_{\phi}$  от скорости вращения барабана сепаратора получите аналитические зависимости.

Выполните чертеж сборочной единицы, входящей в состав сепаратора (барабан, поплавковая камера, приемно-выводное устройство) и составьте спецификацию в соответствии с требованиями ЕСКД.

## Практическая работа № 6. Изучение конструкции и принципа работы экспресс жаровни ЦС-433

### Цель работы:

1. Изучение конструкции экспресс-жаровни
2. Изучение принципа действия экспресс-жаровни и приобретение навыков ее эксплуатации.
3. Подготовка экспресс-жаровни к работе и выполнение ее технического обслуживания
4. Определение основных показателей эффективности работы жаровни.
5. Обработка результатов испытания.

Оборудование, инструменты и инвентарь: экспресс-жаровня, терморегулятор, вольтметр, амперметр, потенциометр, термопары, счетчик электроэнергии, секундомер, линейка, нож, тарелка, разделочная доска, кисть, тряпка, деревянный скребок, банка вместимостью 0,25 дм<sup>3</sup>.

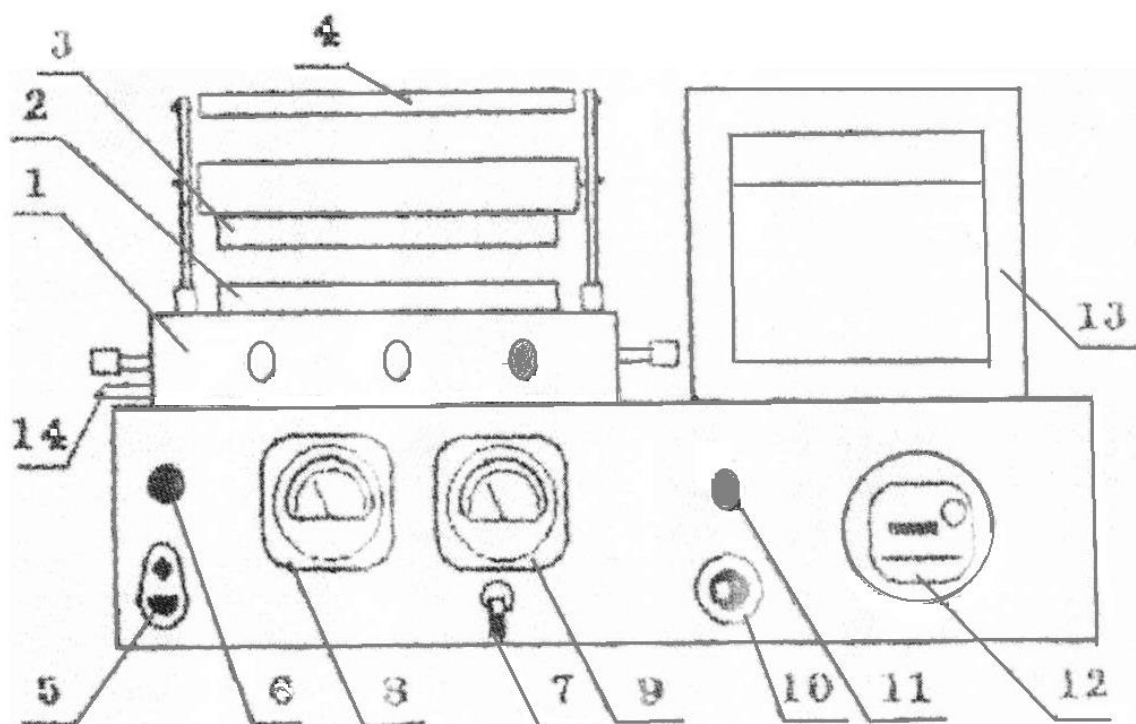
Продукты: белый хлеб - 1 кг; растительное масло -0,05 кг; говядина - 1 кг; свинина - 1 кг; жир - 0,2 кг.

### 6.1 Изучение устройства и принципа работы

Экспресс-жаровня ЦС-433 предназначена для жарения полуфабрикатов из птицы, мяса и субпродуктов. Лабораторная установка (рисунок 6.1) состоит из экспресс-жаровни и контрольно-измерительной аппаратуры, смонтированных на общем стенде.

Экспресс-жаровня состоит из корпуса 1 с закрепленной на ней нижней греющей плитой 2, верхней греющей плиты 3 с кожухом и рукоятки 4 для подъема верхней плиты. Конструкции верхней и нижней греющих плит аналогичны: плиты выполнены из стали и имеют рифленные греющие поверхности, нагревающим элементом плит является нихромовая спираль из проволоки диаметром 0.5 мм залитая керамической массой.

С задней стороны нижней плиты крепится термобаллон, соединенный капиллярной трубкой с терморегулятором 10. Для слива избыточного жира к нижней плите подведена трубка 14.



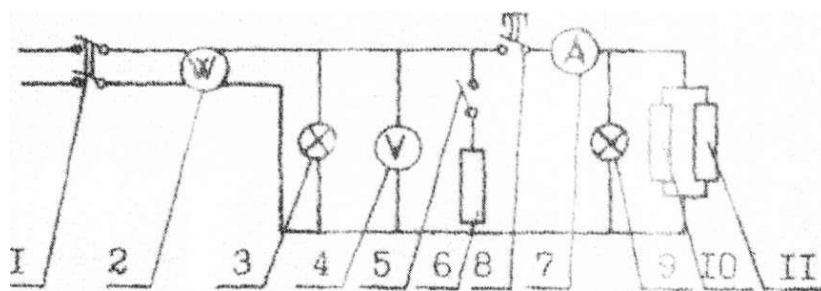
1 - корпус жаровни; 2, 3 - нижняя и верхняя греющие плиты; 4 - рукоятка; 5 - выключатель; 6- индикаторные лампы; 7 - тумблер включения потенциометра; 8 - вольтметр; 9 - амперметр; 10-терморегулятор; 12 - счетчик; 13 - потенциометр; 14-трубка

Рисунок 6.1. Общий вид лабораторной установки

На передней панели стенда размещены: выключатель 5, лампа 6 индикации 6 подачи напряжения на стенд, вольтметр 7, амперметр 9, тумблер включения потенциометра 8, терморегулятор 10. лампа, индикации подачи напряжения к греющим плитам 11, счетчик расхода электроэнергии 12. С правой стороны от жаровни установлен потенциометр КСП-4 13 с шестью хромель-копелевыми термопарами.

Работа экспресс-жаровни основана на передаче теплоты от греющих плит к продукту. Специфической особенностью при этом является наличие двух поверхностей контакта продукта с греющими плитами и давление греющих плит на продукт. Эти обстоятельства приводят к увеличению площади поверхности контакта, а, следовательно, и нагрева, что влечет за собой интенсификацию процесса по сравнению с обычными электросковородами.

В зависимости от толщины и вида обрабатываемую полуфабриката температура нагрева плит может быть установлена в широком диапазоне – от 160°C до 300°C. Подключение приборов показано на рисунке 6.2.



1 - выключатель; 2 - счетчик; 3, 9 - лампы индикации напряжения; 4 - вольтметр; 5 - тумблер включения потенциометра; 6 - потенциометр; 7 - амперметр; 8 - терморегулятор; 10, 11 - нагревательные элементы плит

Рисунок 6.2. Электрическая схема лабораторного стенда

#### Техническая характеристика

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Производительность   | 200 порций/ч (по 150 г) |
| Номинальная мощность | 4,4 кВт                 |
| Время приготовления  | 40 -90 с                |
| Габаритные размеры   | 520x550x350 мм          |
| Масса                | 55 кг                   |

### 6.2 Подготовка к работе

Перед началом работы убедитесь, что стенд отключен он или нет - переведите все тумблеры и общий выключатель в ОТКЛ, ручку терморегулятора 10 поверните против часовой стрелки. Поднимите с помощью рукоятки 4 (рисунок 6.1) вверх жаровни 3. Произведите осмотр нагревательных поверхностей. Они должны быть чистыми, без остатков продукта загустевшего масла, в противном случае с помощью скребка и тряпки очистите поверхности жаровни. Под слив 14 поставьте банку для избыточного масла. При помощи кистей на рабочие поверхности жаровни тонкий слой масла.

Опустите плиту 3, нажмите кнопку ПУСК выключателя должна загореться индикаторная лампа 6, стрелка вольтметра положение, соответствующее подаваемому напряжению.

Переведите в верхнее положение тумблер 8 и убедитесь в работе потенциометра 13 (слышен характерный шум привода ленты, работает печатающее устройство).

Повернув рукоятку терморегулятора 10 по часовой стрелке, включите нагревательные элементы жаровни. При этом слышится щелчок контактов терморегулятора, загорается лампа 11 и счетчик 12 регистрирует значительный возросший расход электроэнергии. При соблюдении перечисленных требований считается, что лабораторный стенд исправен, а эспресс-жаровня готова к работе.

### 6.3 Техническое обслуживание

После приготовления продуктов очистите рабочие поверхности от остатков продукта и потеков жира. Пища, пригоревшая к плитам, удаляется только деревянным скребком.

В конце работы следует обтереть корпус жаровни сухой тряпкой. Для обеспечения работоспособности запрещается пользоваться водой и растворами моющих средств. По мере забивания сливной трубки нужно прочищать отверстие для отвода излишнего масла.

### 6.4 Методика выполнения работы

Снимите показания счетчика электроэнергии. Включите жаровню, установив ручку терморегулятора в положение 220 °С, зафиксируйте время включения жаровни.

Нарежьте хлеб ломтями толщиной 10, 20, 30...60 мм. Дождитесь отключения терморегулятора - слышится щелчок от размыкания контактов и потухает лампа 11, определите время выхода жаровни на рабочий режим.

Введите термопары в середину хлебных ломтей, откройте жаровню и уложите ломти хлеба на нижнюю плиту (рисунок 6.1).

Включите потенциометр, осторожно опустите верхнюю плиту, отметьте время начала опыта. Через 3 мин отключите потенциометр тумблером 8, нажмите кнопку СТОП выключателя 5. Осторожно поднимите верхнюю плиту жаровни, снимите образцы и извлеките из них термопары.

Произведите по каждому образцу оценку внешне о вида и органолептических качеств продукта. Заполните протоколы наблюдений в таблицы.

### 6.5 Расчетная часть

Преобразование электрической энергии в тепловую осуществляется в экспресс-жаровне посредством нихромовых спиралей, включенных параллельно и размещенных в верхней и нижней нагревательных плитах. При известных значениях требуемой мощности нагрева и используемого напряжения найдите общее электрическое сопротивление спиралей  $R_{об}$  (Ом).

$$R_{об} = \frac{U}{P}, \quad (6.1)$$

где  $U$  - напряжение, В;

$P$  - требуемая мощность, Вт.



$$R = R_{OB}, \quad (6.2)$$

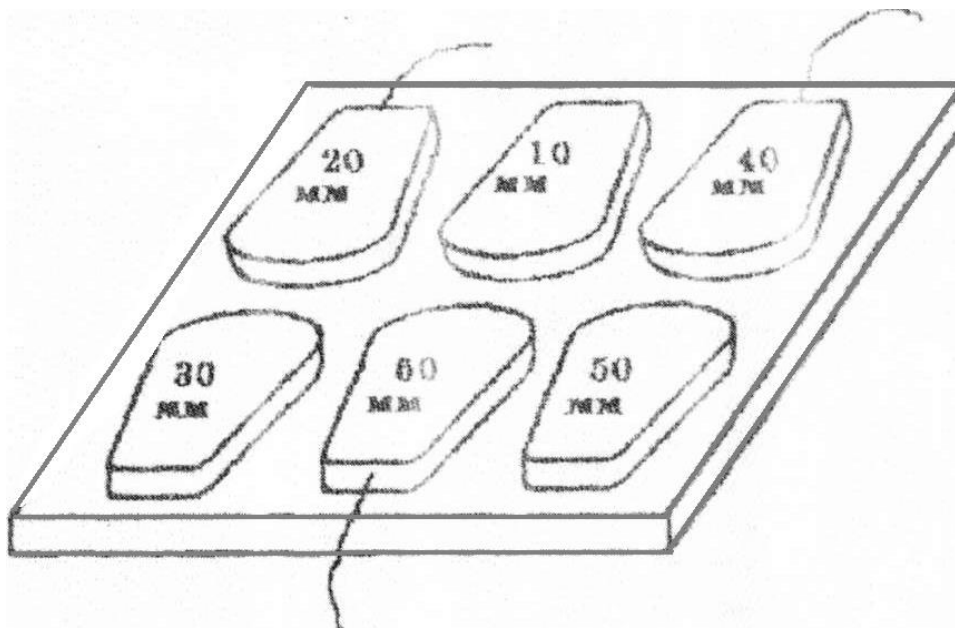


Рисунок 6.3. Расположение образцов на нижней плите экспресс-жаровни

Исходя из величины  $R$  и диаметра применяемой проволоки вычислите длину проволоки для изготовления одной спирали из зависимости

$$R = pl / S - 4pl / \pi d^2 pl / 0,785d^2, \quad (6.3)$$

где  $l$  - длина проволоки, м;

$S$  - сечение проволоки, мм<sup>2</sup>;

$d$  - диаметр проволоки, мм;

$\rho$  - удельное сопротивление материала проволоки, Ом мм<sup>2</sup>/м (удельное сопротивление нихрома при температуре его нагрева 700 °С равно 1 Ом мм<sup>2</sup>/м).

Отсюда

$$l = 0,785 \cdot d^2 R / \rho, \quad (6.4)$$

Число витков спирали  $n$

$$n = \frac{l}{l_B}, \quad (6.5)$$

$$L_B = 1,07 \pi d_0, \quad (6.6)$$

где  $l_B$  - длина витка спирали, мм;

$d_0$  - диаметр стержня намотки спирали, мм;

1,07 - коэффициент, учитывающие увеличение диаметра витка спирали при снятии со стержня намотки.

Для обеспечения нормального отвода теплоты от спирали необходимо, чтобы расстояние между витками в 2-3 раза превышало диаметр проволоки спирали. Отсюда шаг намотки витков (шаг витка спирали)  $h$  (мм) рассчитайте как

$$h = (3...4)d, \quad (6.7)$$

Длина активной части спирали  $L$  (мм)

$$L = hn, \quad (6.8)$$

Энергию  $Q_3$  (кДж), затраченную при работе экспресс-жаровни, рассчитайте на основании показаний счетчика:

$$Q_3 = 3600(N_1 + N_2), \quad (6.9)$$

где  $N_1$  и  $N_2$  - показания счетчика до и после разогрева, кВт/ч.

Проверьте значение величины  $Q_3$  по формуле:

$$Q_3 = P\tau, \quad (6.10)$$

где  $P$  - мощность нагревательных элементов, кВт;

$\tau$  - время, в течение которого нагревательные элементы находились во включенном состоянии, с.

Мощность нагревательных элементов может быть взята из технической характеристики аппарата или определена по формуле:

$$P = IU \times 10^{-3} \quad (6.11)$$

где  $I$  - показания амперметра, А;

$U$  - показания вольтметра, В.

Количество теплоты, передаваемой продукту  $Q_{пл}$  (кДж)

$$Q_{пл} = mc(t_k - t_n), \quad (6.12)$$

где  $m$  - масса продукта, кг;

$c$  - удельная теплоемкость продукта, кДж/[кг К];

$t_n$  и  $t_k$  - соответственно начальная и конечная температуры продукта, °С.

Передача теплоты от греющих плит к продукту осуществляется в основном за счет кондуктивного энергоподвода. Уравнение теплопередачи при этом имеет следующий вид:

$$Q_n = kFA\tau, \quad (6.13)$$

где  $k$  - коэффициент теплопередачи, кВт ( $m^{2 \times \circ C}$ );

$F$  – площадь поверхности соприкосновения продукта с греющими плитами,  $m^2$  ;

$\Delta t$  - температурный напор,  $^{\circ}C$ ;

$\tau$ - время, за которое осуществлялась передача теплоты, с.

Следует отметить, что рассматриваемый процесс является нестационарным, т.к. с течением времени  $\tau$  уменьшаете не только температурный напор (за счет нагрева продукта), но и изменяется коэффициент теплопередачи (в основном за счет изменения влажности и структуры поверхности продукта, контактирующей с плитами).

Эффективность работы экспресс-жаровни и может оцениваться различными показателями.

Штучная  $M_{ш}$  (шт/ч) и массовая  $M_m$  (кг/ч) производительность экспресс-жаровни:

$$M_{ш} = 60N / \tau_{ж} + \tau_0, \quad (6.14)$$

где  $N$  - количество изделий, одновременно размещаемых на плите, шт.;

$m$  – масса.

Массовое напряжение жарочной поверхности  $U_m$  (кг/(м·т))

$$U = M_m / F_0, \quad (6.15)$$

где  $F_0$  - общая площадь греющих плит,  $m^2$

Удельная поверхностная мощность пода  $\omega$ (кВт/ $m^2$ )

$$\omega = P / F_0, \quad (6.16)$$

Удельный расход электроэнергии  $q$  (кВт·ч/кг)

$$Q = 3600Q_3 / M_m, \quad (6.17)$$

## Практическая работа № 7. Расчет этикетировочного автомата

### Цель работы:

1. Изучение конструкции этикетировочного автомата.
2. Изучение принципа действия этикетировочного автомата и приобретение навыков ее эксплуатации.
3. Подготовка этикетировочного автомата к работе и выполнение ее технического обслуживания.
4. Определение основных показателей эффективности работы этикетировочного автомата.
5. Выполнение расчета этикетировочного автомата, если заданы:  $Q$  - производительность, бут/ч;  $\omega_{ш}$  - угловая скорость вращения шнека, рад/с;  $D_3$  - диаметр ведущего ролика, м;  $D_{бут}$  - диаметр бутылки, м;  $D_6$  - диаметр вакуумного барабана, м.

### 7.1 Принцип работы этикетировочных автоматов

Оборудование работает дистанционно. Чтобы управлять им и контролировать его, достаточно одного оператора. ПО интуитивно понятное, оно даёт команды на выполнение простых операций:

- наклейка этикетки;
- нанесение маркировочной информации (дата, срок годности);
- установка скорости подачи на конвейер.

Также ПО выполняет функции быстрой переналадки для другого вида тары, подсчета и сопряжения с программами бухучета. Данные функции позволят сильно экономить на вызове отладчиков.

### 7.2 Виды этикетировщиков

Этикетировочные машины предназначены для наклеивания этикеток на жестяную и стеклянную консервную тару. Эти машины классифицируют по ряду признаков:

- характеру перемещения тары - карусельные, линейные; способу наклеивания этикетки - с рычажным этикетопереносчиком, без него, с вакуум-барабанным этикетопереносчиком;
- устройству, транспортирующему тару к месту наклеивания этикеток - цепные с водилом, шнековые.

В этикетировочных машинах для жестяных банок этикетки охватывают весь корпус с переходом одного конца их на другой, поэтому они относительно прочно удерживаются на корпусе. На корпус жестяных банок можно наносить многокрасочные изображения литографическим способом. По механико-технологическим характеристикам в зависимости от движения заготовки по конвейеру автоматы бывают роторными и линейными.

Линейная этикетировочная машина отличается простым управлением при высокой производительности (до 7000 ед./час).

Продукт движется по транспортеру линейно. Этикетировочные головки в целях ускорения работы ставят с 2 сторон. Автоматы соответствуют нуждам небольших заводов и ИП, так как имеют низкую цену, небольшие габариты, могут быстро перестраиваться на другой вид товара. Функция быстрой переналадки открывает дополнительные возможности при маркировке. Например, не нужно покупать отдельный автомат для производства каждого вида консервов.

Обычно применяют принцип холодной наклейки. Функционал подходит для стеклянной и ПЭТ-тары округлой формы. При небольшой перенастройке появляется возможность нанесения на товар изображений прямоугольной формы.

Роторный автоматический этикетировщик может наносить этикетки намного быстрее. На него ставят от 4 до 24 станций. Движение по конвейеру происходит в виде «карусели». Поскольку обычно используют самоклеящиеся этикетки (аппликаторы), они наносятся с высокой точностью. Однако у персонала должны быть навыки отладки станка. Оборудование такого типа подходит для крупных компаний. Оно дороже линейного, требует присутствия в штате наладчика и занимает намного больше объема.

### **7.3 Достоинства и недостатки этикетировочных станков**

Прежде чем перейти к обсуждению достоинств и недостатков разных типов и моделей, отметим важность наличия хорошей этикетировочной головки. Это главный рабочий инструмент, выполняющий основные операции с этикеткой. От нее зависит качество нанесения логотипа на товар примерно на 80%.

Также применяются дополнительные механизмы, которые обеспечивают:

- транспортировку,
- деление потока;
- разглаживание;
- круговую обкатку;
- нагрев (при использовании аппликаторов).

Наносить этикетки можно на разные товары - от консервной банки до авто. Информация наносится на этикетки встроенным термотрансферным принтером. Это позволяет сократить расходы денег в среднем на 15%, времени – на 20-25%.

## 7.4 Методика расчета

Угловая скорость вращения вакуумного барабана  $\omega_6$ , рад/с,

$$\omega_6 = \frac{\pi Q}{1800u}, \quad (7.1)$$

где  $Q$  - производительность, бут/ч;

$u$  - количество сегментов этикетопереносчиков, шт. ( $u = 6$  шт.)

Скорость перемещения бутылок шнеком  $v_{ш}$ , м/с,

$$v_{ш} = t\omega_{ш}, \quad (7.2)$$

где  $t$  - шаг шнека, м (принимается равным диаметру бутылок);

$\omega_{ш}$  - угловая скорость вращения шнека, рад/с.

Скорость движения пластинчатого транспортера  $v_{тр}$ , м/с,

$$v_{тр} = kv_{ш}, \quad (7.3)$$

где  $k$  - коэффициент, учитывающий проскальзывание бутылок на транспортере ( $k = 1, 2 \dots 1,3$ ).

Угловая скорость вращения ведущего ролика накатного транспортера определяется из условия равенства линейных скоростей накатного транспортера и качения бутылки по резиновой подушке  $\omega_1$ , рад/с,

$$\omega_1 = D_6\omega_6/D_3, \quad (7.4)$$

где  $D_6$  и  $D_3$  - диаметр барабана и ведущего ролика, м.

Угловая скорость намазного ролика должна соответствовать угловой скорости вакуумного барабана для обеспечения оптимальных условий нанесения клея на этикетку. Угловая скорость вращения ролика  $\omega_p$ , рад/с,

$$\omega_p = D_6\omega_6/D_{н.р.}, \quad (7.5)$$

где  $D_{н.р.}$  - диаметр намазного ролика, м ( $D_{н.р.} = 0,040$  м).

Определение расхода мощности. Расчет энергии, потребляемой линейным этикетировочным автоматом типа ВЭМ, сводится к определению всех затрат мощности, необходимых для привода каждого механизма:

$$N = N_M + N_n + N_H + N_K + N_6 + N_{TP}, \quad (7.6)$$

где  $N_M, N_n, N_H, N_K, N_6, N_{TP}$  - соответственно мощность, необходимая для привода механизмов качания магазинов, механизмов перемещения магазинов, накатного транспортера, клеевого механизма, вакуумного барабана, эластичного транспортера.

Мощность, необходимая для привода механизмов качания этикетных магазинов  $N_M$ , кВт,

$$N_M = N_{M1} + N_{M2}, \quad (7.7)$$

где  $N_{M1}$  - мощность, необходимая для привода кулачковых механизмов, кВт,

$$N_{M1} = 10^{-3} F_1 r_1 \omega_K, \quad (7.8)$$

где  $F_1$  - усилие на ролике, Н ( $F_1 = 45$  Н);

$r_1$  - расстояние от точки приложения силы до оси рычага, м ( $r_1 = 0,018$  м);

$\omega_K$  - угловая скорость вращения кулачка, рад/с;

$N_{M2}$  - мощность, необходимая на преодоление трения ролика, кВт,

$$N_{M2} = 10^{-3} F_1 f r_n \omega_K r_K / r_p, \quad (7.9)$$

где  $f$  - коэффициент трения скольжения стали по бронзе ( $f = 0,8$ );

$r_n, r_K, r_p$  - соответственно радиусы пальца, кулачка и ролика, м ( $r_n = 0,004$  м,  $r_K = 0,030$  м,  $r_p = 0,006$  м).

Мощность, расходуемая на перемещение магазинов, включает мощности, необходимые для привода механизмов качания рычага, перемещения плиты и кассеты (в расчете примите  $N_n = 0,2$  кВт).

Мощность, необходимая для привода накатного транспортера  $N_H$ , кВт,

$$N_H = N_{H1} + N_{H2} + N_{H3}, \quad (7.10)$$

где  $N_{н1}$  - мощность, расходуемая на трение скольжения бутылки по резиновой подушке, кВт;

$N_{н2}$  - мощность, расходуемая на скольжение бутылки по накатным ремням, кВт;

$N_{н3}$  - мощность, расходуемая на преодоление различных сопротивлений, кВт.

На накатной транспортер бутылки поступают с шагом  $t$ .

При длине транспортера  $L$  на нем одновременно находится количество бутылок, шт.,

$$K = L/t \quad (7.11)$$

Скольжение бутылки по резиновой подушке происходит при увеличении длины опорной плоскости подушки на  $l = l_{acb} - l_{ab}$  (рисунок 7.1, а). С усилием  $q$ ,  $H$ , бутылка вдавливается в подушку на половину своего диаметра (обычно  $q = 600... 800$  Н в зависимости от вместимости бутылки).

Увеличение длины  $l$ , м, опорной поверхности подушки при погружении в нее бутылки

$$l = \frac{\pi D_{\text{бут}}}{2} - D_{\text{бут}} = D_{\text{бут}} \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) \quad (7.12)$$

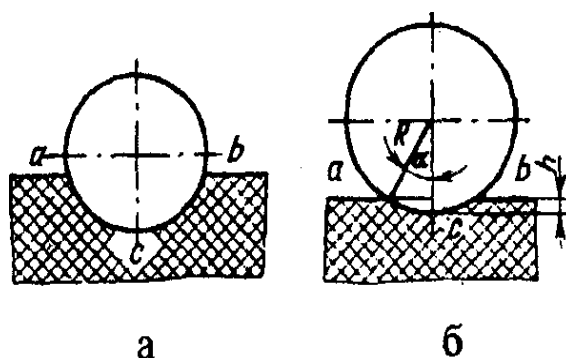


Рисунок 7.1. Схема скольжение бутылки по резиновой подушке

Схема для расчета мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивления движению бутылки по резиновой подушке (а), движению бутылки по накатным ремням (б).

Скорость скольжения бутылки по транспортеру, м/с,

$$v = v_{\text{тр}} l / D_{\text{бут}}, \quad (7.13)$$

где  $v_{\text{тр}}$  - скорость движения пластинчатого транспортера, м/с.

Мощность на преодоление сопротивления сил упругости подушки одной бутылкой, кВт,



$$N' = Pv_{\text{тр}}, \quad (7.14)$$

где  $P$  - усилие перемещения бутылки вдоль транспортера, Н,

$$P = qf_c, \quad (7.15)$$

где  $f_c = 0,4$  - коэффициент трения скольжения стекла по резине;

$q$  - усилие, с которым бутылка вдавливаются в подушку на половину своего диаметра (обычно  $q = 600... 800$  Н, зависит от вместимости бутылки), Н.

Окончательный расход мощности, кВт, на преодоление сопротивления сил упругости подушки бутылками

$$N_{\text{нл}} = 10^{-3} Pv_{\text{тр}} K \quad (7.16)$$

Резина накатных ремней деформируется под давлением бутылки на глубину  $h = 0,003$  м (рисунок 7.1, б).

Увеличение длины опорной плоскости ремня, м,

$$l_p = R_{\text{бут}} \alpha / 3, \quad (7.17)$$

где  $R_{\text{бут}}$  - радиус цилиндрической части бутылки ( $R_{\text{бут}} = D_{\text{бут}}/2$ ), м;

$\alpha$  - половина угла контакта, рад;

$$\alpha = \arccos[(R_{\text{бут}} - h)/R_{\text{бут}}] \quad (7.18)$$

Скорость скольжения бутылки по ремням, м/с,

$$v_p = v_{\text{тр}} l_p / D_{\text{бут}}. \quad (7.19)$$

Мощность на преодоление сопротивления бутылок движению ремней, кВт,

$$N_{\text{нл}} = 10^{-3} k_1 Pv_p, \quad (7.20)$$

где  $k_1$  - коэффициент запаса ( $k_1 = 1,05...1,08$ ).

Для расчета мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивлений

поддерживающих, направляющих и ведущего роликов, а также потерь мощности на изгиб ремней разбиваем трассу накатного транспортера на участки (рисунок 7.2).

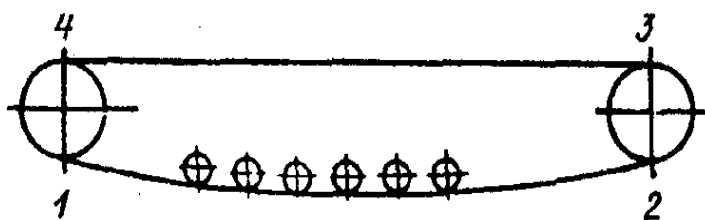


Рисунок 7.2. Схема для расчета мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивления движению накатного транспортера

Принимаем натяжение в точке 1 равным  $S_1 = 180$  Н. Тогда натяжение ремней в точке 2:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} \quad (7.21)$$

где  $W_{1-2}$  - сопротивление на участке 1-2;

$$W_{1-2} = \frac{mf_3(f_1 + f_2)d_{ц}}{D_{тр.р}} \quad (7.22)$$

где  $m$  - количество поддерживающих роликов ( $m = 6$ );

$f_3 = 0,05$  м-коэффициент трения качения ролика;

$f_1$  - коэффициент трения качения (для шарикоподшипников ( $f_1 = 0,05...0,01$  м));

$f_2$  - коэффициент трения скольжения для ленты ( $f_2 = 0,05$ );

$d_{ц}$  - диаметр цапфы, м ( $d_{ц} = 0,05$  м);

$D_{тр.р}$  - диаметр ролика транспортера, м ( $D_{тр.р} = 0,022$  м).

Сопротивление на участке 2-3 складывается из потерь на изгиб ремней

$$W_{2-3} = \frac{\frac{c\delta}{R^z} + 2f_4 \frac{d_{оп}}{D_2} \sin(\alpha/2)}{1 - \frac{c\delta}{R^z} - f_4 \frac{d_{оп}}{D_2} \sin(\alpha/2)} S_2 + \frac{\frac{cB\delta^2\tau_o}{R^z}}{1 - \frac{c\delta}{R^z} - f_4 \frac{d_{оп}}{D_2} \sin(\alpha/2)} \quad (7.23)$$

где  $c$  - безразмерный коэффициент (для резиновых ремней  $c = 0,5$ );

$\delta$  - толщина ремней, м ( $\delta = 0,014$  м);

$R$  - радиус направляющего ролика, м ( $R = 0,02$  м);

$z$  - показатель степени (для резиновых лент  $z = 1,3$ );

$f_4$  - коэффициент трения качения (для роликов с шарикоподшипниками  $f_4 = 0,025$  м);

$d_{o,p}$  - диаметр оси ролика, м ( $d_{o,p} = 0,005$  м);

$D_2$  - диаметр направляющего ролика, м ( $D_2 = 0,06$  м);

$\tau_o$  - допустимое напряжение, МПа (для резиновых ремней  $\tau_o = 0,8$  МПа);

$B$  - общая ширина ремней ( $B = 0,075$  м);  $\alpha = 160...170^\circ$  - угол охвата.

Натяжение в точке 3

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} \quad (7.24)$$

Сопrotивление на участке 3-4 равно нулю, следовательно,

$$S_4 = S_3 \quad (7.25)$$

Окружное усилие на ведущем ролике

$$P = S_4 = S_1 + W_{4-1} \quad (7.26)$$

где  $S_4$  - натяжение в точке 4;

$W_{4-1}$  - сопротивление на участке 4-1;

$$W_{4-1} = \frac{cB\delta^2\tau_o}{R^z \left(1 - \frac{c\delta}{R^z} - f_4 \frac{d_{o,p}}{D_2} \sin(\pi/2)\right)} \quad (7.27)$$

Мощность, необходимая для преодоления сопротивлений при движении накатного транспортера, кВт,

$$N_{нз} = 10^{-3} P v_{в.р.} \quad (7.28)$$

где  $v_{в.р.}$  - окружная скорость ведущего ролика, м/с,

$$v_{в.р.} = 0.5 D_3 \omega_p \quad (7.29)$$

где  $D_3$  - диаметр ведущего ролика, м.

Определение мощности, необходимой для привода клеевой ванны. Мощность, затрачиваемая клеевым механизмом, кВт,

$$N_k = N_{k1} + N_{k2} + N_{k3}, \quad (7.30)$$

где  $N_{k1}$  - мощность, необходимая для привода кулачка, кВт,

$$N_{k1} = 10^{-3} F_p r_{кул} \omega_k, \quad (7.31)$$

где  $F_p$  - усилие на ролике, Н ( $F_p = 200$  Н);

$r_{кул}$  - плечо силы  $F_p$  относительно оси кулачка, м. ( $r_{кул} = 0,026$  м);

$\omega_k$  - угловая скорость вращения кулачка, рад/с.

Потери мощности на трение в ролике, кВт,

$$N_{k2} = 10^{-3} F_p f_5 r_n \omega_k r_k / r_p \quad (7.32)$$

где  $f_5$  - коэффициент трения скольжения ( $f_5 = 0,08$  при трении бронзы по стали);

$r_n$  - радиус пальца ролика, м ( $r_n = 0,004$  м);

$r_k$  - минимальный радиус кулачка, м ( $r_k = 0,034$  м);

$r_p$  - радиус ролика, м ( $r_p = 0,006$  м).

Мощность, кВт, затрачиваемая на вращение клеевого и намазного роликов, зависит от консистенции клея:

$$N_{k3} = 10^{-3} F_{кл} r_{к.р} \omega_p \quad (7.33)$$

где  $F_{кл}$  - сопротивление клея, Н ( $F_{кл} = 25$  Н);

$r_{к.р}$  - радиус клеевого ролика, м ( $r_{к.р} = 0,034$  м);

$\omega_p$  - угловая скорость вращения ролика, рад/с.

Определение расхода мощности на вращение вакуумного барабана. Мощность, необходимая для привода вакуумного барабана  $N_6$ , кВт,

$$N_6 = (N_{61} + N_{62} + N_{63}) / \eta_{н.с} \quad (7.34)$$

где  $\eta_{н.с} = 0,95$  - КПД подшипника скольжения;

$N_{61}$  - мощность, расходуемая на преодоление трения в упорном шарикоподшипнике, воспринимающем нагрузку всех вращающихся частей, кВт,

$$N_{61} = 10^{-3} F_{\text{подш}} f_6 r_{\text{д.з}} \omega_6 \quad (7.35)$$

где  $F_{\text{подш}}$  - нагрузка на подшипники, Н ( $F_{\text{подш}} = 150$  Н);

$f_6 = 0,01$  - приведенный коэффициент трения скольжения;

$r_{\text{д.з}}$  - радиус диска золотникового устройства, м ( $r_{\text{д.з}} = 0,014$  м);

$\omega_6$  - угловая скорость вращения вакуумного барабана, рад/с;

$N_{62}$  - мощность, затрачиваемая на преодоление трения трубы о неподвижный диск золотникового устройства, кВт,

$$N_{62} = 10^{-3} F_{\text{подш}} f_7 \frac{d_{\text{п.н}}^3 - d_{\text{п.в}}^3}{d_{\text{п.н}}^2 - d_{\text{п.в}}^2} \omega_6 \quad (7.36)$$

где  $f_7$  - коэффициент трения скольжения  $f_7 = 0,097$  при трении чугуна по бронзе);

$d_{\text{п.н}}$  - наружный диаметр опорного кольца подшипника, м ( $d_{\text{п.н}} = 0,10$  м);

$d_{\text{п.в}}$  - внутренний диаметр опорного кольца подшипника, м ( $d_{\text{п.в}} = 0,04$  м);

$N_{63}$  - мощность, расходуемая на преодоление трения подвижного диска о неподвижный, кВт

$$N_{63} = 10^{-3} F_{\text{подш}} f_7 \frac{d_{\text{з.н}}^3 - d_{\text{з.в}}^3}{d_{\text{з.н}}^2 - d_{\text{з.в}}^2} \omega_6 \quad (7.37)$$

где  $d_{\text{з.н}}$  - наружный диаметр золотника, м ( $d_{\text{з.н}} = 0,05$  м);

$d_{\text{з.в}}$  - внутренний диаметр золотника, м ( $d_{\text{з.в}} = 0,03$  м).

Мощность, необходимая для привода пластинчатого транспортера, кВт,

$$N_{\text{тр}} = P_{\text{тр}} v_{\text{тр}} / \eta_{\text{тр}} \quad (7.38)$$

где  $P_{\text{тр}}$  - окружное усилие на ведущей звездочке транспортера, Н ( $P_{\text{тр}} = 1250$  Н);

$\eta_{\text{тр}} = 0,78 \dots 0,84$  - КПД привода транспортера.

## Практическая работа №8. Расчет просеивателя с вращающимся ситом

### Введение

На предприятия общественного питания продукты поступают в различной таре – мешках, кулях, картонных и деревянных коробах и т.п., что ведет к их засорению мешковиной, зашивочной нитью, щепой и другими механическими включениями. Кроме того, при длительном хранении сыпучих продуктов в них могут появиться органические примеси как результат жизнедеятельности сельскохозяйственных вредителей, грызунов и др. Все эти механические примеси необходимо удалять из продуктов путем их просеивания. Просеивание способствует также аэрации продуктов, т. е. насыщению их воздухом, что повышает качество изготавливаемой продукции. Например, тесто, замешанное из такой муки, дает больший припек, а готовые изделия получаются более пышными.

Процесс разделения сыпучих продуктов может иметь самостоятельное значение – для приготовления готовых продуктов определенных сортов (сортировка и калибровка) или служить вспомогательной операцией – для удаления посторонних примесей из муки, зерен, сахарного песка и т. п. В первом случае процесс называют сортировкой, во втором – просеиванием.

В данной работе рассматриваются только машины и механизмы для просеивания, применяемые на предприятиях общественного питания.

### 8.1 Просеиватели

Просеиватели предназначены для механизации отделения от сыпучих продуктов посторонних примесей (механических и органических). Используют просеиватели в основном в кондитерских, мучных и горячих цехах предприятий общественного питания, а также на специализированных предприятиях – блинных, пельменных, вареничных, пирожковых и др.

Основными рабочими органами просеивателей служат сита различной конструкции, изготавливаемые главным образом из металлических плетеных сеток (реже капроновых или шелковых) или перфорированной тонколистовой стали с отверстиями круглой, овальной или прямоугольной формы.

Сита имеют номер, который соответствует размеру стороны его отверстия в свету в миллиметрах. Так, применяют сита № 1,4; 2,8; 4 и др.

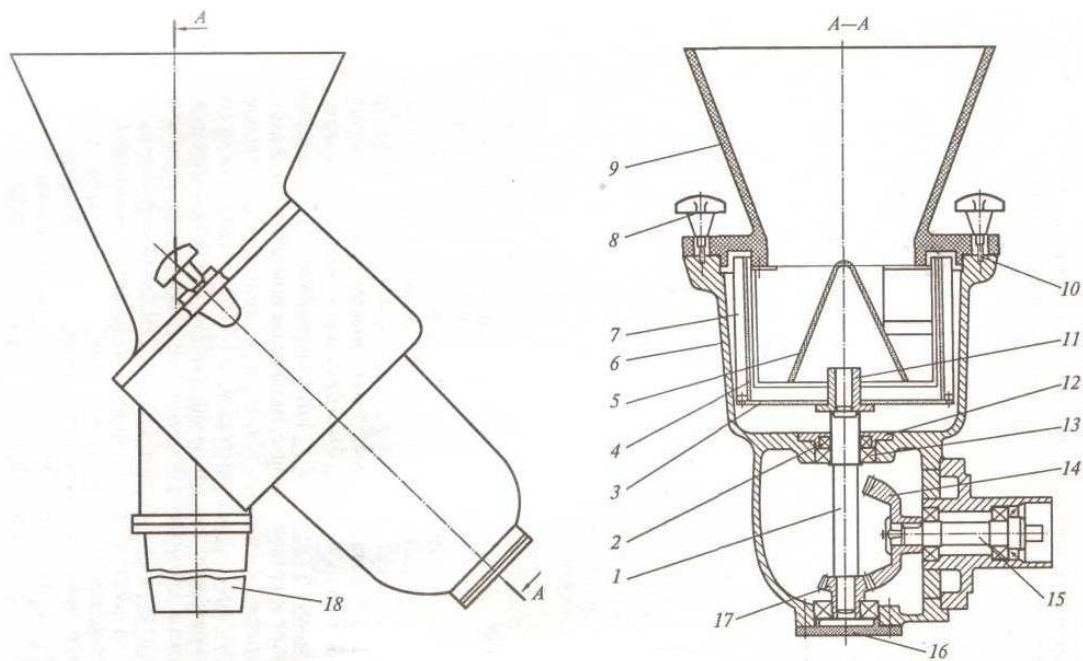
В результате просеивания исходные продукты разделяются на две фракции – качественные продукты (проход) и механические примеси (сход). Качество просеивания обуславливается следующими факторами: формой и размерами ячеек сит, размерами частиц и влажностью продукта, толщиной слоя продукта на сите,

характером движения продукта по поверхности сита и характером движения рабочего органа (сита). На предприятиях общественного питания применяют просеиватели различных конструкций.

**Просеиватели с вращающимся ситом.** Классификация просеивателей приведена в зависимости от устройства сита и характера его движения.

Просеиватель МП. Предназначен для просеивания и аэрации муки всех сортов, а также для просеивания крахмала, сахарного песка, соли и дробленых круп. Присоединяют просеиватель МП к приводу ПМ универсальной кухонной машины типа УКМ.

Механизм состоит из следующих узлов: корпуса, конического зубчатого мультипликатора, хвостовика, легкоъемного просеивающего барабана-сита, загрузочного бункера с прикрепленным к нему рассекателем и разгрузочного патрубка. Корпус 6 (рисунки 8.1) имеет рабочую камеру и полость, внутри которой смонтирован конический мультипликатор, закрытый с двух сторон крышками 12 и 16. В состав последнего входят коническая зубчатая шестерня 14, закрепленная на приводном валу 15, и коническая зубчатая шестерня 17, установленная на вертикальном рабочем валу 1, вращающемся в опорах качения 13 (шарикоподшипниках). Просеивающий барабан-сито 4 насажен с помощью втулки на верхний конец рабочего вала, который имеет лыску.



1 – вал, 2 – манжета, 3 – днище, 4 – барабан-сито, 5 – рассекатель, 6 – корпус рабочей камеры и мультипликатора, 7 – скребок, 8 – гайка, 9 – загрузочный бункер, 10 – шпилька, 11 – втулка, 12, 16 – крышки, 13 – шарикоподшипник; 14, 17 – конические шестерни, 15 – приводной вал, 18 – приемный патрубок

Рисунок 1.8. Просеиватель МП

Барабан-сито 4 выполнен из днища 3, втулки 11, цилиндрического барабана и скребков 7. Загрузочный бункер 9 с рассекателем 5 прикреплен к корпусу рабочей камеры с помощью шпилек 10 и гаек 8. В комплект механизма МП входят три сменных барабана-сита с различными размерами ячеек (№ 1,4; 2,8, 4,0), которые применяют для просеивания различных сыпучих продуктов:

- барабан 1,4 (основной) с ячейками 1,4 мм предназначен для просеивания муки всех видов, крахмала и соли высшего сорта № 0.

- барабан 2,8 с ячейками 2,8 мм предназначен для просеивания круп «Артек», кукурузной № 5, перловой № 5, ячневой № 3, манной, мелкого сахарного песка, соли;

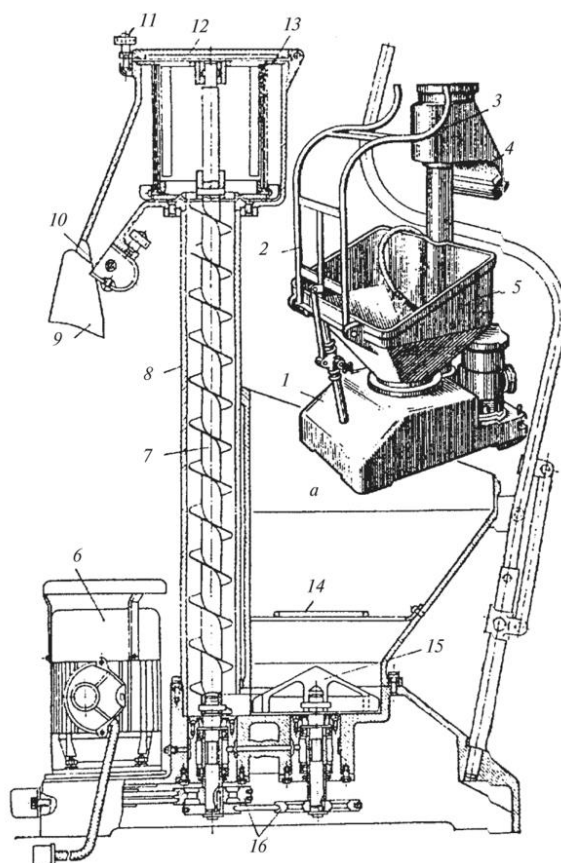
- барабан 4 с ячейками 4,0 мм предназначен для просеивания дробленых круп: кукурузной № 2, 3, 4; пшеничной № 1,2,3,4; ячменной (перловой) № 1,2, 3, 4; ячневой № 1, 2 и крупного сахарного песка.

Принцип действия. При включении электродвигателя привода вращение от приводного вала через конический мультипликатор передается вертикальному рабочему валу, а от него — просеивающему барабану-ситу. В загрузочный бункер засыпают продукт для просеивания, который под действием силы тяжести по рассекателю поступает внутрь вращающегося барабана-сита, увлекается им во вращение и под действием центробежной силы отбрасывается к поверхности просеивающего барабана и просеивается через него. Частицы продукта, размер которых меньше размера ячеек сита, проходят через них, удаляются в приемный патрубок 18 и ссыпаются в подставленную тару. Крупные частицы и механические примеси остаются внутри барабана-сита и периодически удаляются из него после остановки электродвигателя привода.

Просеиватель МПП-II-1. По назначению и конструкции данный просеиватель аналогичен просеивателю МП. Отличия состоят в способе прикрепления загрузочного бункера к корпусу рабочей камеры (с помощью защелок), форме рассекателя (применяют распределительный конус с ножами-разрыхлителями) и форме верхнего хвостовика рабочего вала, передающего движение барабану-ситу. В движение просеиватель приводится от привода типа П-II.

Машина для просеивания муки МПМ-800. Устанавливают машину в мучных и кондитерских цехах крупных предприятий общественного питания, а также на фабриках-заготовочных. Машина (рисунок 8.2) состоит из приводного устройства, шнека-питателя, просеивающей головки, платформы, загрузочного бункера и разгрузочного лотка с магнитной ловушкой.





1 - платформа, 2 - подъемник-опрокидыватель, 3 - рабочая камера, 4 - корпус, 5 - загрузочный бункер, 6 - электродвигатель, 7 - шнек, 8 - труба, 9 - рукав, 10 - магнитная ловушка, 11 - гайка, 12 - крышка, 13 - цилиндрическое сито, 14 - решетка, 15 - крыльчатка, 16 – клино-ременные передачи

Рисунок 8.2. Просеиватель МПМ-800

Платформа выполнена в виде полой коробки, внутри которой размещено передаточное устройство, состоящее из двух понижающих клино-ременных передач 16.

Рядом с электродвигателем 6 на платформе закреплена полая стойка (труба) 8, внутри которой вращается шнек-питатель 7, подающий продукт в просеивающую головку через отверстие.

Просеивающая головка состоит из рабочей камеры 3, вращающегося цилиндрического сита 13 со скребками, закрепленного на верхней консоли шнека-питателя, и крестовины с прикрепленными к ней ножами-разрыхлителями. Крестовина закрыта крышкой 12, запирающейся откидным винтом с гайкой 11.

На уровне днища рабочей камеры выполнен разгрузочный лоток с магнитной ловушкой 10.

На платформе рядом с поллой стойкой (трубой) смонтирован загрузочный бункер 5, имеющий предохранительную решетку 14 и ручной подъемник-опрокидыватель 2 для загрузки бункера мукой. На дне бункера размещена крыльчатка 15. Машина комплектуется просеивающими барабанами с ситами № 1,4 и 1,6.

Принцип действия. При включении электродвигателя с помощью клиноременных передач во вращение приводятся шнек-питатель, цилиндрическое сито и крыльчатка бункера, которая подает муку в окно полый стойки, где она подхватывается шнеком-питателем и подается внутрь вращающегося сита. Частицы увлекаются ситом во вращательное движение и под действием центробежной отбрасываются к стенкам сита, проходят через его отверстия, ударяются о неподвижную стенку рабочей камеры, падают вниз, а далее вращающимися скребками отбрасываются к разгрузочному лотку. При прохождении муки по лотку из нее магнитами извлекаются металлические примеси. Непросеявшиеся частицы и примеси, не прошедшие через сито, остаются внутри него и по мере накопления периодически удаляются вручную после отключения электродвигателя.

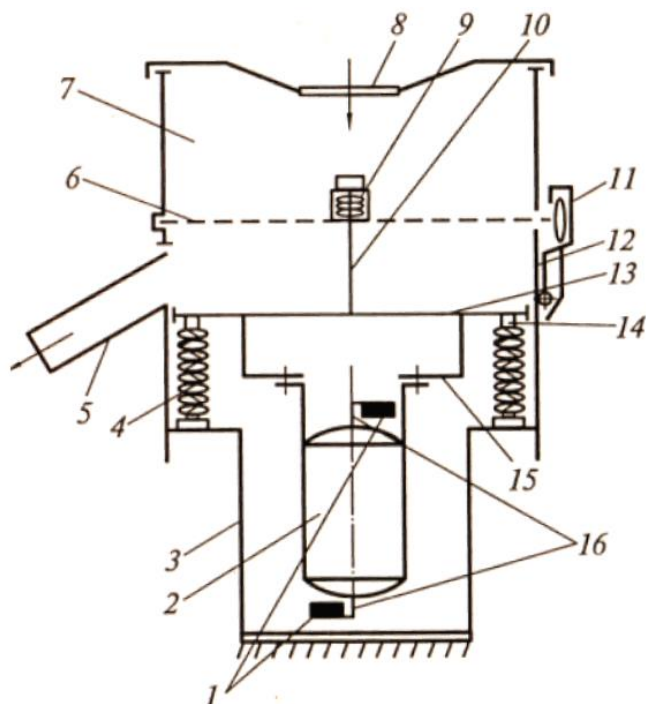
Слежавшиеся комочки муки и другие органические включения в процессе работы просеивателя разбиваются ножами-разрыхлителями и не исключена возможность их попадания в просеянную муку. Это считается недостатком конструкций просеивателей с вращающимся ситом.

Просеиватель с неподвижным ситом. Просеиватель «Пионер» предназначен для просеивания муки на предприятиях пищевой промышленности, крупных предприятиях общественного питания, в специализированных мучных и кондитерских цехах, фабриках-заготовочных.

По конструкции просеиватель «Пионер» аналогичен просеивателю МПМ-800. Отличие состоит в том, что применяется неподвижное цилиндрическое сито и верхнее расположение электродвигателя с передаточным механизмом.

Просеиватель с плоским ситом. Предназначен для отделения сыпучих продуктов механических примесей и широко применяется на предприятиях общественного питания.

Вибрационный просеиватель МПМВ-300. Состоит из основания плоского сита, корпуса, электродвигателя, а также загрузочного, разгрузочного и пускового устройств (рисунок 8.3). Устанавливают просеиватель на столе.



1 – грузы-дебалансы; 2 – электродвигатель; 3 – основание; 4 – пружина; 5 – разгрузочный лоток; 6 – плоское сито; 7 – бункер; 8 – загрузочное окно; 9 – пружина; 10 – шпилька; 11 – защелка; 12 – корпус; 13 – днище; 14 – штырь; 15 – кронштейн; 16 – рабочий вал

Рисунок 8.3. Вибрационный просеиватель МПМВ-300

Корпус 12 представляет собой цилиндр из тонколистовой нержавеющей стали, разделенный плоским ситом 6 на две части. Бункер 7 и сито соединены с корпусом быстродействующими защелками 11. В центре корпуса приварена шпилька 10, на которую насажена пружина 9 для натяжения сита. В нижней части корпуса сделано окно, к которому прикреплен разгрузочный лоток 5. К днищу 13 корпуса по всему периметру приварены штыри 14, фиксирующие пружины 4, а снизу приварен П-образный кронштейн 15, к которому прикреплен однофазный электродвигатель 2. Последний имеет две консоли рабочего вала 16, на которых закреплены грузы-дебалансы 1.

Сито изготовлено из металлического обрезиненного кольца таврового сечения, к горизонтальной полке которого прикреплена сетка. При установке на корпус сито обрезиненной поверхностью опирается на торец корпуса, а сверху на обрезиненное кольцо сита установлен загрузочный бункер. В собранном виде корпус с бункером и загрузочным окном 8 представляет собой рабочую камеру, разделенную ситом на два отделения: верхнее – загрузочное и нижнее – приемное для просеянных продуктов. Рабочая камера с помощью пружин устанавливается на основание 3, на котором закреплено пусковое устройство.

Просеиватель комплектуют сменными ситами: № 1,2 – для просеивания муки высших сортов, № 1,6 – для муки низших сортов, № 2,8 – для просеивания сахара-песка и соли и № 4 – для просеивания дробленых круп.

Принцип действия. При включении электродвигателя вместе с его валом вращаются грузы-дебалансы, создающие возмущающий момент от центробежной силы, под воздействием которого рабочая камера благодаря пружинам получает колебательное движение.

В результате колебания камеры частицы продукта продвигаются через отверстия сита и попадают в разгрузочный лоток. Амплитуда колебаний камеры в процессе работы просеивателя не превышает 1,5...2 мм, а частота колебаний равна частоте вращения вала электродвигателя.

Обрабатываемые продукты загружаются в бункер просеивателя порциями по 5...6 кг после включения электродвигателя. Просеиватель полностью исключает возможность попадания в просеянные продукты органических примесей.

Правила эксплуатации просеивателей. Перед началом работы проверяют исправность машины или механизма. Затем устанавливают необходимое сито.

Просеиватели МП и МПП-II-1 закрепляют в горловине привода зажимным устройством. Далее к просеивателю доставляют подлежащий обработке продукт, под разгрузочный лоток подставляют емкость для сбора просеянных продуктов, включают электродвигатель привода и подают порциями продукт в загрузочное устройство.

При подаче обрабатываемого продукта надо следить за тем, чтобы он постоянно находился в загрузочном устройстве просеивателя; в противном случае воздух будет затягиваться внутрь просеивателя и образовывать вихревые потоки внутри камеры. Через каждые 30 мин работы просеиватель останавливают, очищают сито и рабочую камеру от непросеянных частиц. Если применялся продукт повышенной влажности и он осел на поверхностях рабочей камеры, то образовавшиеся слои продукта можно разрушить, постукивая по наружным стенкам и не выключая электродвигателя.

В просеивателях МПМ-800 необходимо периодически протирать поверхность над магнитной ловушкой вначале влажной, затем сухой тканью для удаления мелких ферромагнитных примесей. После окончания работы выключают электродвигатель, разбирают рабочую камеру, очищают сито от отходов, промывают горячей водой и протирают насухо чистой тканью. В процессе эксплуатации просеивателя МПМ-800 необходимо периодически проверять натяжение клиновых ремней и в случае их ослабления путем перемещения по направляющим основания восстанавливать их работоспособность. Натяжение клинового ремня привода крыльчатки осуществляется натяжным роликом.

Не реже одного раза в год проверяют подшипники качения и в случае их износа заменяют. Смазку зубчатых передач меняют в соответствии с инструкцией по эксплуатации и уходу за машиной. При эксплуатации просеивателя вибрационного МПМВ-300 необходимо следить за надежностью и правильностью крепления грузов-дебалансов на валу электродвигателя и за исправностью пружин.

К обслуживанию допускаются работники, сдавшие технический минимум по технике безопасности, ознакомившиеся с правилами эксплуатации просеивателей и прошедшие инструктаж по правильным приемам обслуживания машин данного вида. Техническая характеристика просеивателей приведена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Технические характеристики просеивателей

| Показатель  | МПМ-800 | МП   | МПП-II-I   | «Пионер» | МПМВ-300 |
|---|---------|------|------------|----------|----------|
| Производительность, кг/ч                                | 800     | 230  | 300        | 1500     | 300      |
| Частота вращения сита, с <sup>-1</sup>                  | 12,1    | 12,6 | 12,6       | -        | -        |
| Частота колебаний сита, с <sup>-1</sup>                 | -       | -    | -          | -        | 24       |
| Частота вращения шнека, с <sup>-1</sup>                 | 12,1    | -    | -          | 11,8     | -        |
| Частота вращения крыльчатки, с <sup>-1</sup>            | 8,0     | -    | -          | 7,6      | -        |
| Диаметр шнека, мм                                       | 78      | -    | -          | 100      | -        |
| Мощность электродвигателя, кВт                          | 1,1     | 1,5* | 0,6...0,8* | 1,1      | 0,18     |
| Частота вращения вала электродвигателя, с <sup>-1</sup> | 23,2    | -    | -          | 23,6     | 25,0     |
| Напряжение, В   | 380/220 | 380  | 380        | 380/220  | 220      |
| Габаритные размеры, мм:                                 |         |      |            |          |          |
| длина   | 820     | 450  | 340        | 1200     | 520      |
| ширина  | 750     | 330  | 420        | 1000     | 500      |
| высота  | 1470    | 550  | 450        | 1960     | 480      |
| Масса, кг, не более                                     | 160     | 12,3 | 14         | 240      | 26       |

\* Мощность привода кухонной машины

## 8.2 Расчетная часть

**Цель работы:** изучение теоретических основ сортировочно-калибровочного процесса; знакомство с классификацией машин и механизмов для просеивания, применяемых на предприятиях общественного питания, их устройством и принципом действия; приобретение практических навыков по расчету просеивателей; выполнение расчета просеивателя с вращающимся ситом.

**Задание:** выполнить расчет просеивателя с вращающимся ситом, если заданы: вид перерабатываемого сырья; диаметр барабана  $D$ , м; высота барабана  $H$ , м.

### 8.2.1 Методика расчета

Теоретическая производительность просеивателей с вращающимся ситом может быть найдена по общей формуле для определения теоретической производительности машин непрерывного действия. При этом необходимо учитывать насыпную массу продукта и коэффициент использования рабочей поверхности сита. Таким образом, теоретическую производительность просеивателей с вращающимся ситом можно определить по формуле

$$Q_T = F_0 v_0 \rho_n \varphi \quad (8.1)$$

где  $F_0$  – площадь живого сечения поверхности сита, м<sup>2</sup>;

$v_0$  – скорость движения частиц продукта через сито, м/с;

$\rho_n$  – насыпная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коэффициент использования площади сита.

Площадь живого сечения поверхности сита определяется размерами его ячеек и их общим количеством. Для сит с плетеными сетками поверхность, занимаемая отверстиями ячеек, приближенно может быть рассчитана по уравнению

$$F_0 = k \pi D H \quad (8.2)$$

где  $k$  – коэффициент живого сечения сетки ( $k = 0,6 - 0,9$ );

$D$  – диаметр барабана, м;

$H$  – высота барабана, м.

Коэффициент живого сечения сетки зависит от толщины нити и размеров ячеек. Для густо плетенных сеток этот коэффициент минимальный, с увеличением размеров ячеек величина его возрастает.

Скорость движения продукта через сито (скорость просеивания) практически зависит от толщины слоя продукта, находящегося на поверхности сита, и числа оборотов последнего. Слой муки (продукта) примем равным 1,5 – 2,0 мм. Таким образом, скорость движения продукта через отверстия сита можно определить по уравнению

$$v_0 = n h k_{np} \quad (8.3)$$

где  $n$  – число оборотов сита, с<sup>-1</sup>;

$h$  – толщина слоя продукта, (0,0015–0,002 м);

$k_{np}$  – коэффициент проскальзывания,  $k_{np} = 0,7 - 0,8$ .

Коэффициент использования площади сита для просеивателей с вращающимся ситом может определяться из отношения площади продукта, соприкасающегося с поверхностью сита, к полной поверхности последнего. В связи с тем, что площадь контакта продукта с поверхностью сита в процессе работы просеивателя незначительна и в каждый момент времени изменяется в небольших интервалах, величина коэффициента использования площади сита  $\varphi$  принимается в пределах 0,2–0,4. Экспериментально

установлено, что для продуктов с большой объемной массой величина коэффициента уменьшается, а для более легких и пористых продуктов возрастает.

Объемная масса продукта  $\rho_i$  зависит от вида обрабатываемого сырья. В таблице 8.2 приводятся значения насыпной массы для различных видов сыпучих продуктов.

Таблица 8.2

Объемная масса некоторых сыпучих продуктов

| Продукты                          | Насыпная масса, кг/м <sup>3</sup> | Продукты                          | Насыпная масса, кг/м <sup>3</sup> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Мука пшеничная в/с                | 520                               | Сахар-песок                       | 730                               |
| Мука пшеничная 1/с                | 500                               | Соль поваренная:<br>крупная       | 900                               |
| Мука пшеничная 2/с                | 490                               | мелкая                            | 1600                              |
| Мука пшеничная обойная            | 300                               | Макаронная крупка<br>и полукрупка | 550                               |
| Мука ржаная сеяная                | 450                               | Крупа гречневая                   | 640                               |
| Мука ржаная обдирная и<br>обойная | 300                               | Крупа манная                      | 750                               |
| Мука овсяная                      | 570                               | Крупа овсяная                     | 660                               |
| Мука соевая                       | 530                               | Крупа перловая:<br>№ 1            | 820                               |
| Мука ячменная                     | 560                               | № 2                               | 840                               |
| Рис                               | 630                               | Крупа перловая № 5                | 830                               |
| Пшено                             | 600                               | Крупа ячневая                     | 610                               |
|                                   |                                   | Крупа Полтавская:<br>№ 1          | 810                               |
|                                   |                                   | № 3                               | 835                               |
|                                   |                                   | Крупа Артек                       | 740                               |

### 8.2.2 Мощность просеивателя с вращающимся ситом

В процессе работы просеивателя с вращающимся ситом подводимая к рабочему валу мощность расходуется на преодоление трения в цапфах вала просеивающего барабана и трения продукта о поверхность сита. Таким образом, мощность электродвигателя просеивателя с вращающимся ситом будет определяться по формуле

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_0}, \quad (8.4)$$

где  $N_1$  – мощность, необходимая на преодоление трения продукта о поверхность сита просеивающего барабана, Вт;

$N_2$  – мощность, необходимая на преодоление трения цапф вала в подшипниках просеивающего барабана, Вт;

$N_3$  – мощность, необходимая на перемещение просеянного продукта скребками барабана-сита, Вт;

$\eta_0$  – общий КПД передаточного механизма просеивателя.

При вращении барабана просеивателя возникает центробежная сила инерции массы продукта  $P_c$ , находящегося на поверхности вращающегося сита, величина которой определяется из уравнения

$$P_c = m_{np} \omega^2 R, \quad (8.5)$$

где  $m_{np}$  – масса продукта, находящегося на поверхности сита, кг.

$\omega$  – угловая скорость вращения сита, рад/с;

$R$  – радиус приложения силы трения, равный радиусу просеивающего барабана, м;

Сила трения  $T_1$ , вызываемая центробежной силой, будет соответственно определяться по уравнению

$$T_1 = P_c f_1, \quad (8.6)$$

где  $f_1$  – коэффициент трения скольжения продукта о поверхность сита ( $f_1 = 0,6 - 0,8$ );

Следовательно, мощность, необходимая на преодоление трения продукта о поверхность сита, определяется по уравнению

$$N_1 = T_1 R \omega. \quad (8.7)$$

Масса продукта, находящегося на поверхности сита, может быть определена по формуле

$$m_{np} = \pi D H h \rho_n \varphi_c, \quad (8.8)$$

где  $D$  – диаметр барабана-сита, м;

$H$  – высота просеивающего барабана, м;

$h$  – толщина слоя продукта на сите, м;

$\rho_n$  – насыпная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>.

$\varphi_c$  – коэффициент использования поверхности сита ( $\varphi_c = 0,7 - 0,8$ );



Мощность, необходимая на преодоление трения цапф вала в подшипниках просеивающего барабана, определяется из уравнения

$$N_2 = (m_{\bar{o}} + m_{np}) g r_1 \omega f_2 \quad (8.9)$$

где  $m_{\bar{o}}$  – масса просеивающего барабана,  $m_{\bar{o}} = 1,0$ , кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$r_1$  – радиус цапфы вала просеивающего барабана, м ( $r_1 = 0,01$  м);

$f_2$  – коэффициент трения в подшипниках вала просеивающего барабана.

При наличии подшипников скольжения  $f_2 = 0,15 - 0,3$ , а при наличии подшипников качения  $f_2 = 0,001 - 0,015$ .

Мощность, необходимая на перемещение просеянного продукта скребками, зависит от центробежной силы, возникающей при вращении скребков  $P_{cc}$ . Величина центробежной силы определяется из уравнения

$$P_{cc} = m_{np} \omega^2 R_c \quad (8.10)$$

где  $R_c$  – радиус приложения силы трения, равный среднему радиусу скребков, м;

Сила трения  $T_2$ , вызываемая центробежной силой  $P_{cc}$ , определяется по уравнению

$$T_2 = P_{cc} f_3 \quad (8.11)$$

где  $f_3$  – коэффициент трения скольжения продукта по поверхностям скребков ( $f_3 = 0,2 - 0,4$ );

Следовательно, мощность, необходимая на перемещение продукта скребками, будет определяться по уравнению

$$N_3 = T_2 R_c \omega_3 \quad (8.12)$$

где  $\omega_3$  – угловая скорость вращения скребков, равная угловой скорости барабана-сита, рад/с.

Принимаем: высота скребка равна высоте просеивающего барабана  $H$ , ширина равна 0,01 м.

Масса продукта, перемещаемая скребками, зависит от величины площади, описываемой скребками, и высоты скребка, т. е.

$$m_{np} = \pi \left( R_{\max}^2 - R_{\min}^2 \right) h_c \rho \varphi_c \quad (8.13)$$

где  $R_{\max}$  – расстояние от оси вращения до конца скребков, м,

$$R_{\max} = D/2 + 0,01$$

$R_{\min}$  – расстояние от оси вращения до начала скребков, м,

$$R_{\min} = D/2$$

$h_c$  – высота скребка, м;

$\varphi_c$  – коэффициент использования площади, описываемой скребками ( $\varphi_c = 0,6 - 0,7$ ).

Общий КПД передаточного механизма просеивателя определяется как произведение коэффициентов полезного действия каждой отдельной ступени передаточного механизма, т. е.

$$\eta_0 = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n \quad (8.14)$$

где  $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$  – КПД отдельных ступеней передаточного механизма машины.

Принимаем  $\eta_0 = 0,9$ .

## Библиографический список

1. Хромеевков, В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик / В.М. Хромеевков. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. - 496 с.
2. Остриков, А.Н. Практикум по курсу «Технологическое оборудование» / А.Н. Остриков, М.Г. Парфенопуло, А.А. Шевцов; Воронеж. гос. технол. акад. - Воронеж: ВГТА, 1999. - 424 с.
3. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий/ Мачихин С.А., М.:Пищ. пром. 1979. - 324 с.
4. Практикум по расчетам оборудования хлебопродуктов и макаронных предприятий/ М.: Агропромиздат, 1991.-159 с.
5. Курсовое проектирование деталей машин/ Чернавский С.А., М.: Машиностроение, 1988.- 416 с.
6. Курсовое проектирование деталей машин/ Дунаев П.Ф., Высшая школа, 1990-399 с.
7. Охрана труда на предприятии пищевой промышленности/ Никитина В.С., М.: Агропромиздат, 1991 – 345 с.
8. Новые виды макаронных изделий с использованием нетрадиционных видов сырья / Г.М. Медведев, [и др.] - М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1988 г., 16 с.
9. Глебов Л.А. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия)/ Л.А. Глебов [и др.]. – Москва : ДеЛи Принт, 2006. - 816 с.
10. Душин В.Н. Технологическое оборудование предприятий хранения и переработки зерна/ В.Н. Душин, В.П. Тарутин – Москва : ЦНИИТЭИМинзага, 1978. - 59 с.
11. Елхина В.Д. Механическое оборудование предприятий общественного питания / В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проничкина, М.К. Богачев – М.: Экономика, 1981. - 320 с.
12. Коротков В.Г. Технологическое оборудование отрасли / В.Г. Коротков, С.В. Кишкилев, С.П. Василевская; Оренбургский гос. ун-т.- Оренбург : ОГУ, 2012. – 72 с.

ISBN 978-5-6045402-1-3



Усл. печ. л. 3,3.

Объем издания 13,1 МВ

Оформление электронного издания:

НОО Профессиональная наука, mail@scipro.ru

Дата размещения: 05.11.2020 г.

URL: <http://scipro.ru/conf/technologicalequipment.pdf>