



Кафедра безопасности жизнедеятельности  
и технологического оборудования

**Б1.О.18 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

**Методические указания к выполнению лабораторных работ**

Направление подготовки

**35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции**

Профили подготовки:

**Прогрессивные технологии производства и переработки  
продукции животноводства**

**Технология производства продукции органического  
и функционального питания**

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Уфа 2024

Рекомендованы к изданию методической комиссией факультета биотехнологий и ветеринарной медицины (протокол №8 от 21.03.2024 г.).

Составители: профессор, д.т.н. Юхин Г.П., доценты, к.т.н. Катков А.А., Калимуллин А.М.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и технологического оборудования, канд.биол.наук Латыпова Г.Ф.

г. Уфа: ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, кафедра БЖД и ТО

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие требования к выполнению лабораторных работ и составлению отчетов по ним .....	4
Лабораторная работа № 1	
Гомогенизаторы ОГБ-5М и А1-ОГ2М.....	5
Лабораторная работа № 2	
Маслообразователь пластинчатый Я5-ОУБ-2.....	15
Лабораторная работа № 3	
Волчок К6-ФВП-120 .....	24
Лабораторная работа № 4	
Фаршемешалка Л5-ФМ2-У .....	33
Лабораторная работа № 5	
Сушильная установка с распылителем И7-ОРБ .....	42
Лабораторная работа № 6	
Фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3.....	52
Лабораторная работы № 7	
Электропилы ФЭГ и ФЭП.....	61
Лабораторная работа № 8	
Шприц Р.2044.....	66
Лабораторная работа № 9	
Дымогенератор Д9-ФД2Г .....	73

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТОВ ПО НИМ**

Перед началом цикла лабораторных работ обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности и расписываются в соответствующем журнале.

Лабораторные работы выполняются в составе подгруппы, поделенной на несколько звеньев. Старший в звене распределяет обязанности среди обучающихся: кому, что и в каком порядке разбирать, кому проводить измерения, кому их фиксировать и т. д. Собранное оборудование предъявляется преподавателю. Результаты измерений, расчеты и черновые эскизы используются для составления отчета по лабораторной работе.

Отчет по лабораторной работе рекомендуется оформить и защитить до начала очередной лабораторной работы. Отчеты оформляются в подписанных тетрадях в клетку, схемы вычерчиваются карандашом или ручкой с соблюдением правил черчения, желательно с использованием чертежных инструментов.

Запрещается предоставлять ксерокопии схем и текста.

Не следует полностью переписывать в отчет материал лабораторного практикума. Отчет по лабораторной работе оформляется согласно требованиям лабораторного практикума. В ней должны быть четко выделены следующие разделы:

- номер лабораторной работы, ее название, дата выполнения;
- назначение и классификация оборудования этой группы;
- устройство (схема со спецификацией на одной стороне листа);
- технологический процесс работы;
- регулировки;
- техническая характеристика;
- правила эксплуатации;
- протокол измерений, расчеты, графики, выводы.

Если схему или таблицу нужно расположить по длинной стороне листа, то тетрадь следует повернуть на 90° по часовой стрелке.

## **Лабораторная работа №1**

### **Гомогенизаторы молока ОГБ-5М и А1-ОГ2М**

**1.1 Цель работы:** изучить устройство и правила эксплуатации гомогенизаторов ОГБ-5М, А1-ОГ2М.

**1.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, технологический процесс, регулировки и правила эксплуатации гомогенизаторов молока, выполнить необходимые замеры и расчеты.

**1.3 Оснащение рабочего места:** гомогенизатор ОГБ-5М, гомогенизирующая головка от гомогенизатора А1-ОГ2М, методические указания, учебные плакаты, набор ключей, штангенциркуль.

#### **1.4 Общие сведения**

Гомогенизацией называется технологический процесс обработки молока, заключается в раздроблении жировых шариков путем воздействия на молоко значительных внешних усилий, вызываемых перепадом давления, ультразвуковой или высокочастотной обработкой. Наиболее эффективны гомогенизаторы клапанного типа, они широко распространены в производстве.

Эмульсия жировой фазы молоко полидисперсная. Наименьший диаметр жировых шариков в молоке не превышает 1 мкм, наибольший - свыше 10 мкм. В процессе гомогенизации происходит дробление крупных и получение однородных по величине жировых шариков - средним диаметром около 1 мкм. В гомогенизированном молоке практически не наблюдается отстаивание сливок, повышается вязкость и вкусовые качества продукта. Гомогенизация обязательна при производстве кисломолочных продуктов, мороженого и желательна при производстве питьевого молока.

**1.5 Назначение гомогенизатора.** Гомогенизатор ОГБ-5М предназначен для дробления и равномерного распределения жировых шариков в молоке и жидких молочных продуктах.

Гомогенизатор не рекомендуется использовать в качестве насоса для дальнейшей подачи продукта.

**1.6 Устройство и принцип действия гомогенизатора.** Гомогенизатор (рисунок 3.1) имеет следующие основные сборочные единицы: станина с приводом; плунжерный блок с гомогенизирующей и манометрической головками и предохранительным клапаном.

По принципу действия гомогенизатор представляет собой трехплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующей головкой. Молоко или молочный продукт подается насосом во всасывающий канал 16. Три плунжера 6, совершая возвратно-поступательные движения, с помощью клапанов 14 и 15 подают продукт из всасывающего канала 16 в полость высокого давления - 13, на выходе из которой установлен гомогенизирующий клапан 12.

Продукт под давлением проходит зазор между седлом и гомогенизирующим клапаном. Этот зазор (порядка 0,1 мм) поддерживается с помощью винта 8, пружины 9 и штока 10. При переходе продукта из клапанного седла гомогенизатора в клапанную щель имеется порог резкого изменения сечения потока. Здесь скорость потока резко увеличивается от нескольких метров в секунду до нескольких сотен метров в секунду. При проходе через клапанную щель передняя часть жирового шарика включается в поток с огромной скоростью, отрывается от него, в то время как оставшаяся часть шарика, еще принадлежащая медленному потоку, продолжает двигаться медленно и дробиться на малые частицы. Если на пороге резкого изменения сечения потока жировой шарик не успевает раздробиться, а лишь вытянется, то он может разрушиться при движении по клапанной щели. Дело в том, что в клапанной щели величина скорости потока резко меняется в поперечном направлении. Поэтому часть вытянутой жировой частицы, оказавшаяся ближе к стенке, движется медленнее, а часть, оказавшаяся ближе к центру потока - быстрее. В результате жировая частица увлекается во вращательное движение и разрывается под действием центробежных сил.

В выходном патрубке 11 отдельные раздробленные жировые частицы соединяются в гирлянды и затем сливаются в крупные жировые шарики. Вторая ступень гомогенизации гомогенизатора А1-ОГ2М (рисунок 3.2) позволяет раз-

рушить образовавшиеся гирлянды и тем самым повысить эффективность процесса. На первой ступени гомогенизатора срабатывается около 70% перепада давления, на второй - около 30%.

## 1.7 Регулировки

Давление гомогенизации регулируется загрузочным винтом гомогенизирующей головки в пределах, определенных технологией получения данного продукта.

Предохранительный клапан регулируется с помощью винта и контргайки.

## 1.8 Технические характеристики гомогенизаторов

Основные данные гомогенизаторов ОГБ-5М и А1-ОГ2М приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Технические характеристики гомогенизаторов ОГБ-5М и А1-ОГ2М

Показатели	ОГБ-5М	А1-ОГ2М
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	5	5
Давление, МПа		
рабочее	12,5	20
максимально допустимое	15	25
Число ступеней гомогенизации, шт	1	2
Количество плунжеров	3	3
Число двойных ходов плунжеров в мин, не более	250	350
Мощность электродвигателя, кВт	30	37
Габаритные размеры, мм	1280*1000*1370	1480*1120*1640
Масса, кг	1300	1620

## 1.9 Подготовка к работе, работа и обслуживание гомогенизатора

Залить в корпус приводного механизма масло моторное М8В<sub>2</sub> или М10В<sub>2</sub> ГОСТ 8581-78.

Открыть вентиль подачи воды для охлаждения плунжеров и проверить, поступает ли она на все три плунжера.

Отпустить пружину гомогенизирующей головки. Обеспечить подачу продукта в гомогенизатор. Включить гомогенизатор и вращением рукоятки грузочного винта гомогенизирующей головки постепенно повысить давление гомогенизации до требуемой величины. Давление гомогенизации контролируется с помощью манометрической головки или с помощью амперметра, так как нагрузка электродвигателя и ток в нем пропорциональны давлению гомогенизации. Во время работы гомогенизатора жидкость не должна просачиваться через уплотнение ползуна и плунжера, а также через прокладки во всех присоединительных местах.

При давлении свыше предельного срабатывает предохранительный клапан, о чем будет сигнализировать истечение продукта. При работе на давлении, близком к максимальному, допускается появление на штуцере предохранительного клапана капель продукта.

Перед остановкой гомогенизатора необходимо снизить давление гомогенизации до нуля и выключить электродвигатель. Затем следует закрыть кран подачи охлаждающей воды.

Каждую смену, перед началом и в конце работы промыть плунжерный блок с гомогенизирующей головкой 1-1,5% - ным раствором щелочной смеси. Состав смеси, % : едкий натрий  $\text{NaOH}$ -10, сода кальцинированная  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -50, тринатрийфосфат  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -35, стекло натриевое жидкое  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ -5.

Порядок промывки: циркуляционным способом водой в течение 10-15 мин; щелочным раствором 75-80 °С в течение 40 мин; ополаскивание теплой водой 45-50 °С до полного исчезновения следов щелочного раствора (по лакмусовой бумаге).

Ежедневно контролировать уровень и температуру масла (не более 80 °С) в корпусе приводного механизма.

Первую замену масла делать через 200 часов работы, последующие - через 600 часов. Перед заливкой масла корпус промыть.

Постоянно следить за тем, чтобы плунжеры охлаждались водой.



Ежедневно открывать крышки плунжерного блока для осмотра деталей, соприкасающихся с продуктом. При наличии остатков продукта удалить их ершом. Проверить настройку предохранительного клапана, в случае необходимости - перенастроить.

Ежемесячно полностью разбирать плунжерный блок и гомогенизирующую головку, проверить притертость клапанов и седел, состояние рабочей поверхности плунжеров. В случае непригодности деталей произвести их замену и притирку. Разобрать и очистить фильтр продукта.

Один раз в три месяца проверить состояние приводного механизма.

### 1.10 Возможные неисправности и методы их устранения

Основные возможные неисправности гомогенизаторов и методы их устранения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Понижилась производительность	Забит фильтр, проскальзывают клиновые ремни, попал посторонний предмет под клапан	Очистить фильтр: натянуть ремни или заменить их в комплекте; извлечь посторонний предмет из-под клапана
Значительные утечки продукта по плунжеру	Ослабла затяжка комплекта манжет, износ манжет	Поджать манжеты; заменить комплект манжет
Утечка масла по ползуну	Ослабла затяжка уплотнения	Поджать крышку уплотнения; заменить уплотнения
Утечка продукта через крышки плунжерного блока и других соединений	Ослабла затяжка гаек и болтов; износ прокладок	Подтянуть гайки и болты; заменить прокладки
Стук в плунжерном блоке	Вышла из строя пружина нагнетательного клапана	Заменить пружину

### 1.11 Расчет гомогенизатора

Производительность гомогенизатора (м<sup>3</sup>/с) равна:

$$M = \frac{\pi d^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot z \cdot \varphi \quad (1.1)$$

где  $d$  - диаметр плунжера, м;

$S$  - ход плунжера, м;

$n$  - число двойных ходов плунжера в секунду, с<sup>-1</sup>;

$z$  - количество плунжеров;

$\varphi$  - коэффициент заполнения рабочего объема (для молока  $\varphi=0.9$ , для сливок и смеси мороженого  $\varphi=0.7 - 0.85$ ).

Давление гомогенизации зависит от среднего размера жировых шариков после обработки, данное давление (МПа) можно вычислить по эмпирической формуле Н.В. Барановского (в пределах 3-20 МПа):

$$\Delta P = \frac{14,44}{d_{cp}^2}, \quad (1.2)$$

где  $d_{cp}$  - средний размер жировых шариков после гомогенизации, мкм.

В пределах давления гомогенизации 3-60 МПа можно пользоваться формулой Г.А. Комлякова в виде:

$$\lg d_{cp} = 0,9 - K \cdot \lg(\Delta P \cdot 10^{-5}), \quad (1.3)$$

где  $\Delta P$  - давление гомогенизации, Па,

$K$  - коэффициент (равен 0.3; 0.39; 0.4; соответственно для одно, двух и трехступенчатого гомогенизатора).

При гомогенизации в результате перехода механической энергии в тепловую температура продукта повышается на  $\Delta t$  градусов:

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{3.836}, \quad (1.4)$$

где  $\Delta P$  - давление гомогенизации в МПа.

Потребная мощность для привода гомогенизатора (кВт) равна:

$$N = \frac{M \cdot \Delta P}{\eta} \quad (1.5)$$

где М - производительность, м<sup>3</sup>/с,

ΔР - давление, КПа,

η = 0,75 - механический КПД.

### 1.12 Составление отчета

Составить отчет в котором отразить: назначение, устройство (рисунок 1.1), принцип действия, регулировки, технические характеристики, правила эксплуатации гомогенизатора. По уравнениям 1.1, 1.2, 1.4, 1.5 рассчитать производительность гомогенизатора, потребное давление, подогрев продукта и мощность электродвигателя.

Результаты расчетов занести в таблицу 1.3. Исходные данные для расчетов определить с помощью замеров на гомогенизаторе, а также взять из технической характеристики.

Таблица 1.3 Результаты расчетов гомогенизатора

	Средний размер жировых шариков мкм после гомогенизации				
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
Производительность м <sup>3</sup> /ч					
Давление гомогенизации, МПа					
Подогрев продукта, °С					
Мощность электродвигателя, кВт					

Построить график зависимостей мощности электродвигателя и подогрева продукта от среднего размера жировых шариков после гомогенизации.

### **1.13 Контрольные вопросы**

- 1) Для чего производят гомогенизацию?
- 2) Почему разрушаются жировые шарики в гомогенизаторах клапанного типа?
- 3) В каком порядке запускается гомогенизатор?
- 4) Как регулируется и контролируется давление гомогенизации?
- 5) Как промывается плунжерный блок?
- 6) Через сколько часов работы заменяется масло?
- 7) Какие неисправности могут возникнуть при работе гомогенизатора?

### **1.14 Список использованных источников**

- 1.14.1 Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -432 с.
- 1.14.2 Томбаев Н.Н. Справочник по оборудованию молочной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1972. -544 с.
- 1.14.3 Дьяченко П.Ф. и др. технология молока и молочных продуктов. -М.: Пищевая промышленность, 1974. -448 с.
- 1.14.4 Паспорт. Техническое описание и инструкция по эксплуатации гомогенизатора А1-ОГ2М. -Одесса: ОМЗ, 1993. -46 с.

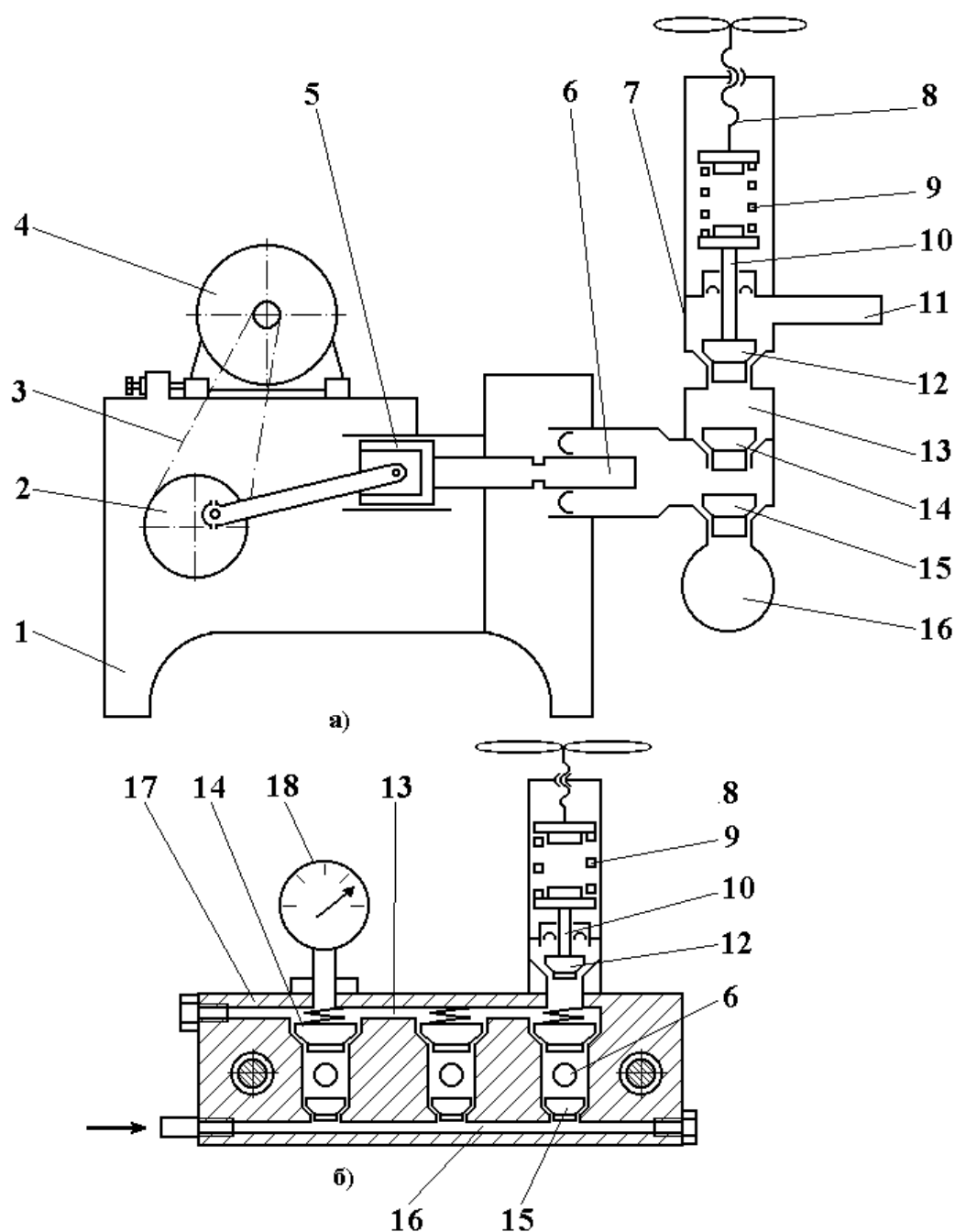


Рисунок 1.1 гомогенизатор ОГБ-5М

а – вид общий; б – блок цилиндров

1-станина; 2-бугель с шатуном; 3-клиноременная передача; 4-электродвигатель; 5-ползун; 6-плунжер; 7-гомогенизирующая головка; 8-винт; 9-пружина; 10-шток; 11-патрубок отвода гомогенизирующего продукта; 12-гомогенизирующий клапан; 13-полость высокого давления; 14-нагнетательный клапан; 15-всасывающий клапан; 16-всасывающий клапан; 17-корпус блока цилиндров; 18-манометрическая головка.

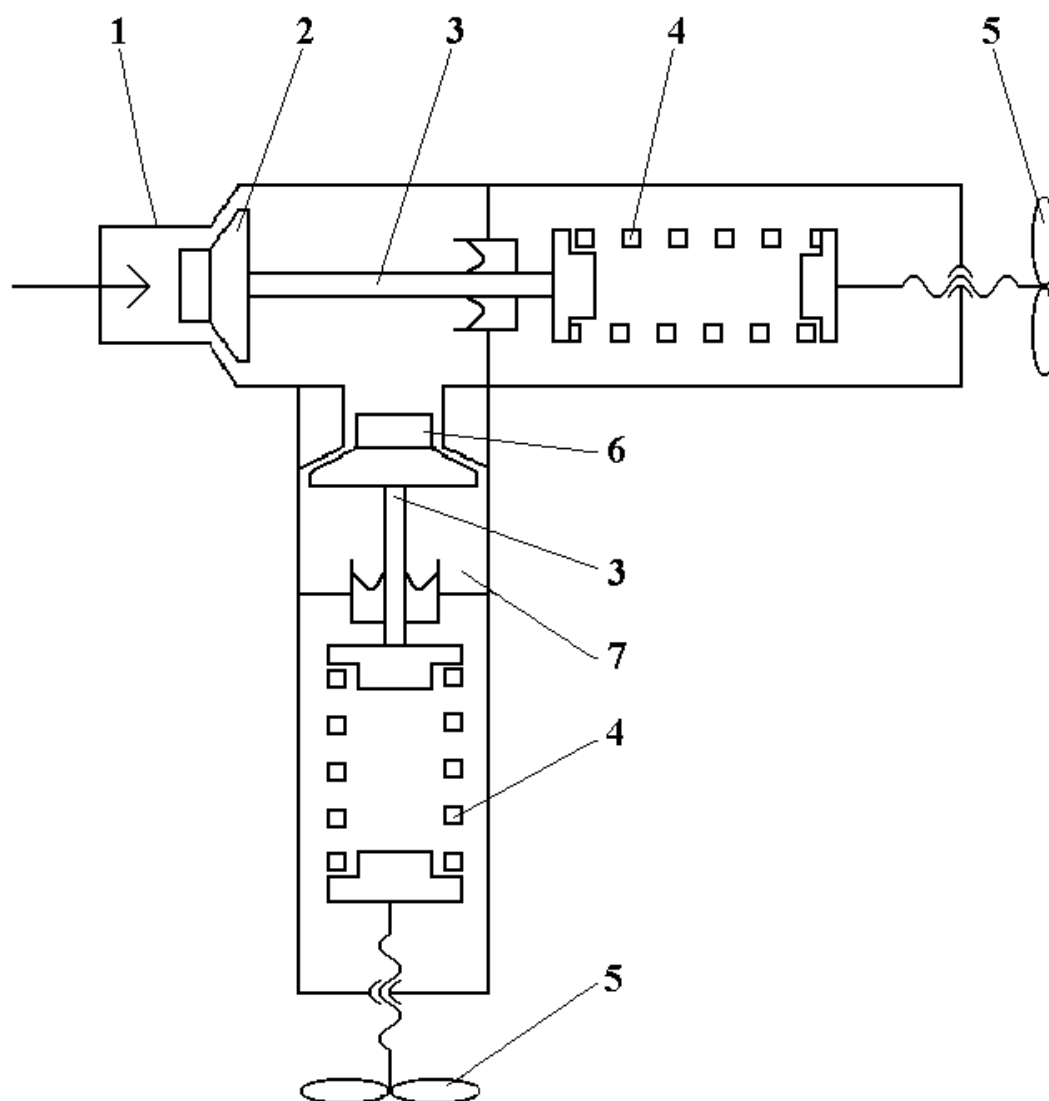


Рисунок 1.2 Гомогенизирующая головка А1-ОГ2М

1-входной патрубок; 2-гомогенизирующий клапан первой ступени; 3-шток; 4-пружина; 5-винт; 6-гомогенизирующий клапан второй ступени; 7-полость выходного патрубка.

## Лабораторная работа № 2

### Маслообразователь пластинчатый Я5-ОУБ-2

**2.1 Цель работы:** изучить устройство и принцип работы маслообразователя пластинчатого Я5-ОУБ-2.

**2.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, принцип работы, регулировки, правила эксплуатации маслообразователя пластинчатого Я5-ОУБ-2; ответить на контрольные вопросы и составить отчет.

**2.3 Оснащение рабочего места:** маслообразователь пластинчатый Я5-ОУБ-2, методические указания, учебные плакаты.

#### **2.4 Общие сведения о маслоизготовителях и маслообразователях.**

Сливочное масло может производиться с помощью маслоизготовителей методом сбивания сливок нормальной жирности (30-40%) и с помощью маслообразователей методом преобразования высокожирных сливок (до 82%).

В маслоизготовителях с помощью механического воздействия сбивают сливки и обрабатывают масляное зерно для придания ему однородности и соответствующей структуры. Одновременно регулируется состав масла по влажности, т.е. в маслоизготовителях масло получается в результате механического воздействия на сливки нормальной жирности. Жировые шарики сливок сливаются, образуя масляные зерна. Выделяющаяся при этом обезжиренная фракция - пахта отводится, а масляные зерна в результате отжима превращаются в пласт масла. Различают маслоизготовители периодического и непрерывного действия.

В маслообразователях состав масла не регулируется, состав высокожирных сливок (ВЖС), поступивших на обработку, полностью соответствует составу вырабатываемого масла. В маслообразователе в результате интенсивного охлаждения и механического воздействия изменяется структура ВЖС, при этом жир переходит из жидкой фазы в твердую. Температурное и механическое воздействие на ВЖС может быть совмещено в одном рабочем органе (трехцилиндровый маслообразователь) или оказывается в основном раздельно (пластинчатый маслообразователь). Все маслообразователи непрерывного действия.

Изучаемый маслообразователь Я5-ОУБ-2 относится к маслообразователям с преимущественно раздельными температурным и механическим воздействиями.

**2.5 Назначение:** маслообразователь пластинчатый Я5-ОУБ-2 предназначен для переработки высокожирных сливок в сливочное масло. Он используется в поточных линиях и рекомендуется при объеме производства 10 т сливочного масла в смену.



→ продукт      ~~→~~ хладонотеплоноситель



## 2.6 Устройство

Пластинчатый маслообразователь Я5-ОУБ-2 является основным оборудованием линии по производству масла, в которую, кроме него, входят: насосно-дозировочная установка, стол расфасовки в комплекте с весами, механизм транспортировки ящиков с рольгангами и накопителем, щит управления.

Пластинчатый маслообразователь (см. рисунок 2.1) состоит из станины 1, электродвигателя 2, охладителя 3, маслообработчика 4. Электродвигатель через двухступенчатую клиноременную передачу 5 и редуктор 6 приводит во вращение вал 7 охладителя и вал 8 маслообработчика. Ведомый шкив первой ступени клиноременной передачи является сменным, при замене его другим, входящим в комплект маслообразователя, меняются скорости вращения валов охладителя и маслообработчика. На конце приводного вала редуктора 6 имеется паз для рукоятки, с помощью которой производится холостое проворачивание маслообразователя.

Охладитель 3 представляет собой сжатый пакет охлаждающих пластин 10 и продуктовых втулок 11 в комплекте с ножами 12, надетыми на шестигранный вал 7. Уплотнение пластин и втулок между собой осуществляется резиновыми кольцами при сжатии пакета с помощью нажимной плиты 13 и гидроцилиндра 14 с ручным гидронасосом 15.

Маслообработчик представляет собой цилиндр 17, внутри которого неподвижно закреплен отражатель 18 с текстурационной решеткой 19, а на валу 8 закреплена трехлопастная мешалка 20. В верхней части маслообработчика установлен кран для спуска воздуха, а в нижней - кран для спуска жидкости после мойки маслообразователя.

## 2.7 Работа маслообразователя

Высокожирные сливки (ВЖС) двухплунжерным насосом подаются в охладитель 3. Проходя продуктивное пространство, ВЖС последовательно обтекают охлаждающие пластины 10 от периферии к центру и от центра к периферии, одновременно перемешиваясь ножами 12. Внутри полых охлаждающих пластин циркулирует рассол. В охладителе продукт охлаждается от 75<sup>0</sup>С до 11-14<sup>0</sup>С, при запуске маслообразователя к трехходовому крану 21 присоединяется трубопровод для возврата продукта. После выхода на режим кран 21 переключают и направляют продукт в маслообработчик 4. Трехлопастная мешалка 20, отражатель 18 и текстурационная решетка 19 обеспечивают интенсивное механическое воздействие на продукт. В маслообработчике температура продукта повышается до 15-18<sup>0</sup>С за счет механической обработки и выделения скрытой теплоты кристаллизации. Интенсивность механической обработки на второй стадии процесса является главным фактором получения масла с оптимальными структурно-механическими свойствами. Таким образом в охладителе 3 осуществляется преимущественно тепловое, а в маслообработчике 4 - преимущественно механическое воздействие на продукт.

Электропневматическая схема управления маслообразователя Я5-ОУБ-2 позволяет автоматически поддерживать температуру продукта на выходе из

охладителя. На продуктопроводе, соединяющем охладитель и маслообработчик, установлен термометр сопротивления, который подключен к логометру. При понижении температуры продукта возрастает его вязкость, и в результате возрастает давление продукта на входе в аппарат. Зависимость давления от вязкости может меняться вследствие того, что в каналах аппарата осаждается кристаллизующийся жир. Это может иметь место при «примораживании» аппарата или при изменении состава сырья. Поэтому изменение зависимости давления от вязкости компенсируется ручной настройкой задатчика регулятора 1-2 раза в смену.

Регулятор давления продукта работает следующим способом. Пневматический манометр БИ (типа МС-П1) воспринимает давление продукта и преобразует его в унифицированный пневмосигнал, изменяющийся в диапазоне 0,02-0,1 МПа. Этот сигнал подается на пневматический изодромный регулятор РБ-ИЗ (типа ПРЗ-21). Пневмосигнал задатчика БД подается так же на регулятор. Пневмопитание на приборы подается через регулятор давления РДФ-3 и равно 0,14 МПа. Сигнал, обработанный регулятором, подается на регулирующий клапан МИМ, который регулирует подачу рассола в охладитель.

## 2.8 Регулировки

Важными средствами управления процессом маслообразования являются режим охлаждения продукта и интенсивность механической обработки продукта.

При получении масла с излишне мягкой консистенцией и низкой термостойкостью необходимо повысить температуру продукта на выходе из охладителя и снизить частоту вращения вала в маслообработнике.

Когда масло имеет излишне твердую, крошливую консистенцию, необходимо понизить температуру продукта на выходе из охладителя и увеличить частоту вращения вала маслообработника.

Температура масла снижается при увеличении подачи рассола и наоборот.

Частота вращения валов охладителя и маслообработника регулируется сменой ведомого диска первой ступени клиноременной передачи (таблица 2.1).

Таблица 2.1– Рекомендуемые частоты вращения валов маслообразователя Я5-ОУБ-2

Наружный диаметр ведомого шкива, мм	Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup>		Вид получаемого масла
	охладителя	маслообработника	
288	80	320	Любительское 78%
232	100	400	Крестьянское 72,5%
208	112	480	Бутербродное 61,5 %

Температура продукта на выходе из охладителя регулируется подачей рассола с помощью задатчика регулятора давления.

## **2.9 Техническая характеристика маслообразователя Я5-ОУБ-2**

Таблица 2.2– Техническая характеристика маслообразователя Я5-ОУБ-2

<b>Показатели</b>	<b>Значения</b>
Производительность, кг/ч	2000
Температура ВЖС на входе, °С	50...70
Температура продукта после охладителя, °С	11...14
Температура масла на выходе, °С	15...18
Температура рассола на входе, °С	-10...-3
Давление продукта, МПа, не более	0,6
Давление рассола, МПа, не более	0,2
Поверхность теплопередачи охладителя, м <sup>2</sup>	7
Расход холода, мДж/ч	292,6
Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	1815x870x1365
Масса, кг	1400
Число обслуживающего персонала, чел	1

## **2.10 Правила эксплуатации**

### **2.10.1 Меры безопасности**

- к обслуживанию установки допускается обученный персонал, прошедший инструктаж по охране труда и технике безопасности;
- электропроводка внешних подключений должна быть заключена в металлические трубы;
- маслообразователь должен быть заземлен;
- запрещен пуск маслообразователя при снятой облицовке;
- затяжку болтов, натяжение ремней, регулировки производить при полной остановке приводов;
- запрещается работать при появлении посторонних шумов и при давлении продукта свыше 0,6 МПа.

### **2.10.2 Порядок монтажа**

- маслообразователь устанавливается на ровном полу без крепления. Регулировка по уровню путем вывинчивания опор с последующей их фиксацией контргайками;
- продуктовые и рассольные пластины должны устанавливаться по номерам, нумерация от опорной плиты;
- после сжатия пакета пластин и его фиксации скобами снять давление поворотом ручки крана гидронасоса;

- после сборки маслообразователя необходимо с помощью рукоятки прокрутить привод и убедиться в отсутствии заеданий и посторонних шумов;
- проверить на герметичность рассольную и продуктовую системы водой под давлением 0,3 МПа.

### **2.10.3 Подготовка к работе и начало работы**

Перед запуском маслообразователя необходимо:

- проверить уровень масла в редукторе и в бачке гидронасоса;
- отрегулировать редуктором РДФ-3 давлением воздуха в пневмосистеме на  $0,14 \pm 0,01$  МПа;
- закрыть сливной кран в нижней части цилиндра маслообработника;
- открыть питание пневмосистемы;
- установить задатчик регулятора давления на 0,02-0,08 МПа.

В начале работы следует:

- включить плунжерный насос;
- поставить трехходовой кран 20 на возврат продукта, когда в сосуд возврата начнет поступать чистый продукт, переключить кран и направить продукт в ванну;
- включить маслообразователь в работу и открыть впускной и выпускной вентили рассольной линии;
- с помощью задатчика регулятора давления довести температуру продукта на выходе из охладителя до 12-14 °С и зафиксировать задатчик;
- когда продукт достигнет требуемой консистенции - переключить 3<sup>х</sup> ходовой кран 21 и направить продукт через маслообработник на фасовку;
- в дальнейшем, нормальная работа установки поддерживается автоматически;
- если возникнут неисправности в контуре автоматического регулирования температуры, то следует открыть вентиль на обводном участке линии рассола и им регулировать приток рассола, идущий в охладитель;
- при нормальной работе, показания манометра на входе продукта в охладитель не должны превышать 0,6 МПа.

### **2.10.4 Техническое обслуживание**

- натяжение ремней первой ступени привода регулируется перемещением электродвигателя, а второй - с помощью натяжного ролика. Прогиб ремней в средней части при усилии 80 Н должен составлять 20-25 мм;

- если со времени выпуска маслообразователя до его ввода в эксплуатацию прошло более 9 месяцев, то ножи охладителя необходимо прокипятить в течение 2 часов в воде;

- индустриальное масло И-20А заменять в корпусе редуктора и опоре маслообработника через 2000 ч работы;

- вал маслообработника смазывать в двух точках консистентной смазкой через 200 часов работы.

#### 2.10.4 Чистка и мойка

Чистку производят после окончания работы. Через маслообразователь пропускают горячую воду (55 °С) в течении 15-20 мин. Промывочную воду необходимо собрать для последующего извлечения из нее жира. При безразборной мойке, через продуктовую систему поочередно пропускают:

- щелочной раствор ( $t = 75-80^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 15-20$  мин);
- горячую воду ( $t = 50-55^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 5$  мин);
- раствор кислоты ( $t = 60-65^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 15-20$  мин);
- горячую воду ( $t = 50-55^{\circ}\text{C}$ , до полного исчезновения следов кислоты по лакмусовой бумажке);
- раствор хлорной извести ( $t = 50^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 5-7$  мин);
- водопроводную воду до удаления запаха дезинфекции.

После мойки сливной кран на цилиндре обработчика держать открытым до полного вытекания жидкости из обработника.

Рекомендуемые моющие растворы:

- щелочной раствор, содержащий: едкий натр - 10%, соду кальцинированную - 50%, тринатрийфосфат 35%, жидкое стекло - 5%.
- 0,5-1% раствора азотной кислоты.

#### 2.10.6 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 2.3— Основные возможные неисправности

Наименование неисправностей	Вероятные причины	Метод устранения
Повышение температуры на выходе из охладителя	1 Недостаточное поступление рассола	Прочистить охлаждающие пластины, промыть 5% раствором соляной кислоты. Поменять прокладки, подтянуть гайки рассольной линии
	2 Недостаточная очистка поверхности охлаждающих пластин ножами	Отрихтовать, заточить ножи
	3 Частота вращения вала охладителя не соответствует паспортным данным	Установить соответствующий шкив (табл.1). подтянуть ремни
Маслообразователь «замораживается», повышается давление продукта на входе	Излишнее поступление рассола	Заменить мембрану регулирующего клапана, проверить пружину клапана
Маслообразователь вибрирует, шумит	1 Не установлен по уровню на все опоры	Установить, зафиксировать опоры контрагайками
	2 Разрушены подшипники	Заменить подшипники

## 2.11 Расчет маслообразователя

Используя данные технической характеристики маслообразователя и результаты измерений определить коэффициент теплопередачи в охладителе между продуктом и хладоносителем. Передача тепла осуществляется через стенки охлаждающих пластин, расчетное уравнение следующее:

$$m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = F \cdot k \cdot \Delta t_{cp}, \quad (2.1)$$

где  $m$  – масса продукта, кг/с;

$c = 2430 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$  – удельная теплоемкость масла;

$t_1$  и  $t_2$  – конечная и начальная температура продукта в охладителе, °C;

$F = 2 \cdot z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$  – поверхность теплопередачи, м²;

$z = 18-20$  – число охлаждающих пластин;

$D$  – диаметр охлаждающей пластины, м;

$d$  – диаметр центрального отверстия охлаждающей пластины, м;

$k$  – коэффициент теплопередачи,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$ ;

$\Delta t_{cp}$  – средняя разность температур между температурами продукта и хладоносителя.

Охлаждающие пластины работают параллельно, поэтому температура хладоносителя на выходе всех пластин при кратности расхода 4 можно принять равной  $-3 \text{ } ^\circ\text{C} \dots +5 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Тогда при температуре хладоносителя на входе  $-10 \text{ } ^\circ\text{C} \dots -3 \text{ } ^\circ\text{C}$ , его средняя температура составит  $t_x = -6,5 \text{ } ^\circ\text{C} \dots +1 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

В этом случае максимальный перепад температур на входе продукта составит

$$\Delta t_{\max} = (t_2 - t_x),$$

а минимальный – на выходе продукта составит

$$\Delta t_{\min} = (t_1 - t_x)$$

Средний перепад температур вычислить по формулам:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min}}{2}, \text{ если } \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}} \leq 2$$

или

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,31 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}, \text{ если } \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}} > 2.$$

Вычислить коэффициент теплопередачи  $k$  по формуле:

$$k = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{F \cdot \Delta t_{cp}} \quad (2.2)$$

У маслообразователей с пластинчатым охладителем коэффициенты теплопередачи обычно составляют  $200-400 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$ .

## **2.12 Контрольные вопросы**

- 1) Чем отличаются друг от друга маслоизготовители и маслообразователи?
- 2) Каково назначение маслообразователя Я5-ОУБ-2?
- 3) Как устроен и работает маслообразователь Я5-ОУБ-2?
- 4) В каком узле маслообразователя осуществляется температурное воздействие на продукт, а в каком механическое воздействие?
- 5) Как можно повлиять на процесс маслообразования при работе Я5-ОУБ-2?
- 6) Какие функции выполняет и как работает электропневматическая схема управления маслообразователя Я5-ОУБ-2?
- 7) Какие технические характеристики имеет маслообразователь Я5-ОУБ-2?
- 8) Перечислите меры безопасности и порядок монтажа маслообразователя Я5-ОУБ-2?
- 9) Как запускается в работу маслообразователь Я5-ОУБ-2?
- 10) Как производится техническое обслуживание и мойка маслообразователя?
- 11) Какие неисправности могут возникнуть в процессе работы маслообразователя Я5-ОУБ-2 и как их можно устранить?

В **отчете** отразить: название, дату проведения работы, назначение, устройство, технологический процесс, регулировки, техническую характеристику, правила эксплуатации и расчеты маслообразователя.

## **2.13 Библиографический список**

- 5.13.1. Сурков В.Д. и др. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1983. – 432 с.
- 5.13.2. Паспорт Я5-ОУБ-2. ПС установки для производства сливочного масла. УНИИММП, 1980 – 32 с.
- 5.13.3. Отраслевой каталог «Оборудование технологическое для молочной промышленности», ОК24-90. – 8 с.
- 5.13.4. Аболмасов Г.Ф. и др. Примеры и задачи по курсу технологического оборудования предприятий молочной промышленности. – М.- Л., Машиностроение, 1966. – 288 с.
- 5.13.5 Бредихин С.А. Технологическое оборудование переработки молока: учебное пособие. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 412 с.

## Лабораторная работа № 3

### Волчок К6-ФВП-120

**3.1 Цель работы:** изучить устройство, работу, техническую характеристику, правила эксплуатации и наладки, методику расчета производительности волчка и потребляемой мощности.

**3.2 Содержание работы:** изучить классификацию процессов измельчения мяса и оборудования для измельчения мяса; изучить устройство и работу волчка К6-ФВП-120 его технические характеристики и правила эксплуатации. Рассчитать производительность и мощность привода волчка.

**3.3 Оснащение рабочего места:** волчок К6-ФВП-120, методические указания, учебные плакаты, штангенциркуль, стальная рулетка или метр с миллиметровыми делениями.

#### 3.4 Назначение и устройство волчка К6-ФВП

Волчок К6-ФВП-120 предназначен для непрерывного мелкого измельчения бескостного мяса при изготовлении фаршей колбасных изделий. Волчок К6-ФВП-120 относится к классу одновальных волчков.

Волчок К6-ФВП-120 имеет следующую конструкцию (рисунок 3.1). Станина сварена из уголков, а обшивка изготовлена из листовой стали. На станину установлен приемный бункер 1, который в нижней части изготовлен в виде полуцилиндра 2. На конце полуцилиндра со стороны привода установлен подшипниковый узел для шнековых валов, на другом конце присоединен конус 4 перехода на меньший диаметр и рабочий цилиндр 5. Внутри и вдоль полуцилиндра и рабочего цилиндра соосно установлены подающий шнек 3 и рабочий шнек 6.

На хвостовике рабочего шнека надеты режущие ножи 7. Два режущих ножа и решетки 8 образуют режущий механизм. Он вмонтирован в гильзу, которая вкладывается в расточку рабочего цилиндра и зажимается накладной гайкой 11. Внутренняя поверхность цилиндра имеет оребрение 5 с противоположной навивкой по отношению к рабочему шнеку.

Рабочий шнек и ножи получают вращение от электродвигателя М 1 посредством ременной передачи и центрального вала 13 (рисунок 3.2). Подающий шнек получает вращение от мотор-редуктора МР посредством цепной передачи и втулки 12. На фланец втулки присоединен виток подающего шнека. Рабочий и подающие шнеки имеют противоположное вращение.

Электрическая схема (рисунок 3.3) позволяет включить подающий шнек только после включения рабочего шнека. А выключение этих шнеков происходит одновременно. Схема также обеспечивает электробезопасность и блокировку от включений при открытых боковинах.



Таблица 3.1 – Техническая характеристика волчка К6-ФВП-120

Производительность (при измельчении говядины 2-го сорта с решеткой с диаметром отверстий 3,0 мм), кг/ч	2500
Диаметр ножевых решеток, мм	120
Вместимость приемного бункера, л	250
Высота загрузки, мм	1600
Высота выгрузки (выдачи)	800
Установленная мощность, кВт	12,5
Потребляемая электроэнергия, кВт.ч	3,64
Габаритные размеры, мм	1900 × 900 × 1600
Масса, кг	800

### 3.5 Работа волчка К6-ФВП-120

Бескостное мясо в чаше подъемником перегружают в бункер волчка. Подающим шнеком мясо подается к рабочему шнеку, который уплотняет мясо и подает его к режущему механизму. Измельчение мяса производится одновременно ножом и решеткой так, что режущая грань ножа скользит по поверхности неподвижной решетки. Измельчение мяса происходит по принципу «ножниц» путем срезания волокон мяса, продавливаемых через отверстия решетки. Одна грань резания образуется ножом, другая – кромкой отверстия в решетке. Главным отличием волчка от мясорубки является наличие у волчка нескольких плоскостей резания. При минимальной комплектности волчка с двумя ножами и тремя решетками образуется четыре плоскости резания. При составлении комплекта режущего механизма руководствуются указаниями технолога. Рабочий диаметр решетки является определяющим производственным параметром волчка. Пример, у волчка К6-ФВП-120 рабочий диаметр решетки равен 120 мм. Волчки с диаметром решетки 80 мм и более относятся к промышленным, а менее – к бытовым волчкам.

### 3.6 Правила монтажа и эксплуатации волчка К6-ФВП-120

1) Волчок выставляют на горизонтальный участок пола по уровню. Вычищают, смазывают, подтягивают ремни и цепную передачу. Собирают волчок без затяжки режущего механизма. Заземляют, соединяют трехфазное питание электроэнергией. Проверяют направление, вращение шнеков проверяют действие блокирующих концевых выключателей.

2) Затяжку режущего механизма производят на ходу, когда ножи получили смазку. При работе следят за уровнем мяса в бункере, за характером звука работы волчка, и за качеством измельчения.

3) После работы выключают автомат. Проверяют степень нагрева подшипникового узла, натяжку ременной и цепной передачи. Волчок разбирают, моют, протирают.

### 3.7 Последовательность выполнения лабораторной работы

1) Откинуть боковины. Изучить устройство волчка. Нарисовать общий

вид волчка, проставить габаритные размеры.

2) Разобрать волчок: снять режущий механизм, вынуть рабочий шнек.

3) Снять размеры, нарисовать эскизы: рабочего шнека, ножей (два вида), режущего механизма в сборе.

4) Собрать волчок, закрыть крышкой, сдать оборудование преподавателю.

5) Оформить таблицу 3.2 Результаты измерений по волчку К6-ФВП-120.

6) Оформить и защитить работу.

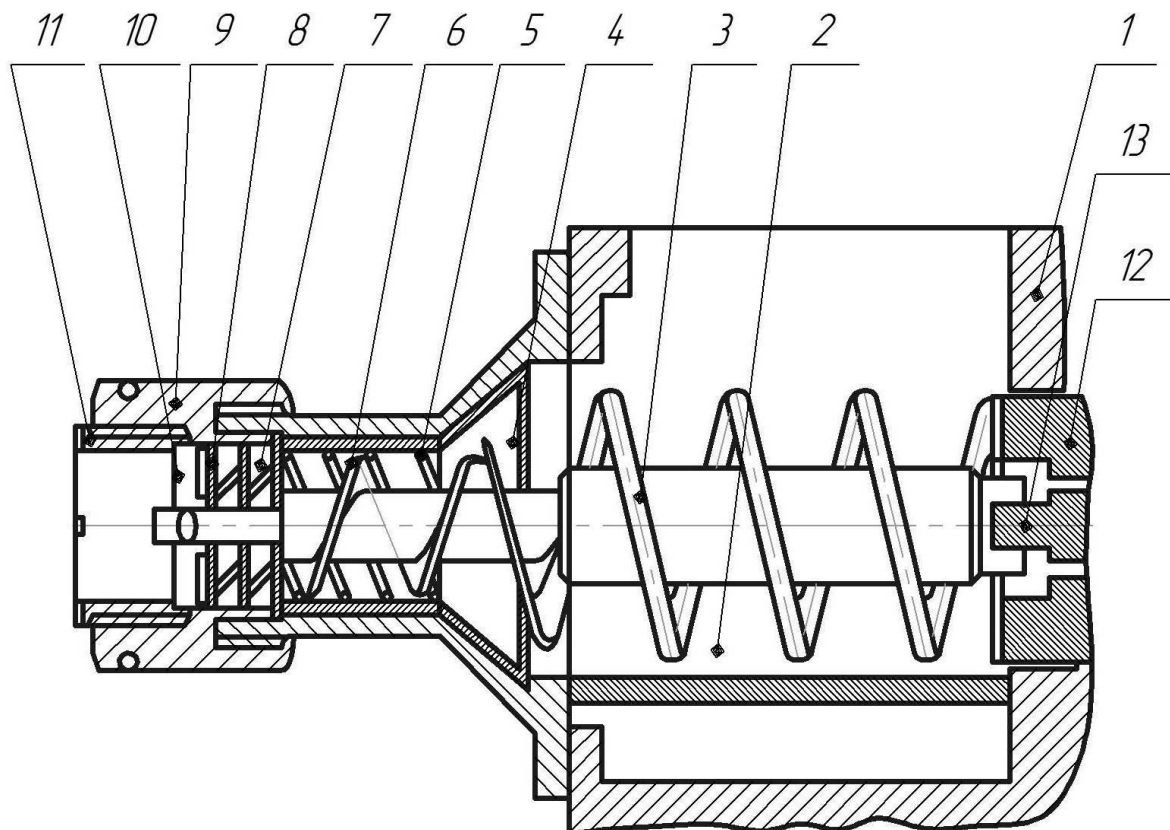


Рисунок 3.1 – Волчок К6-ФВП-120



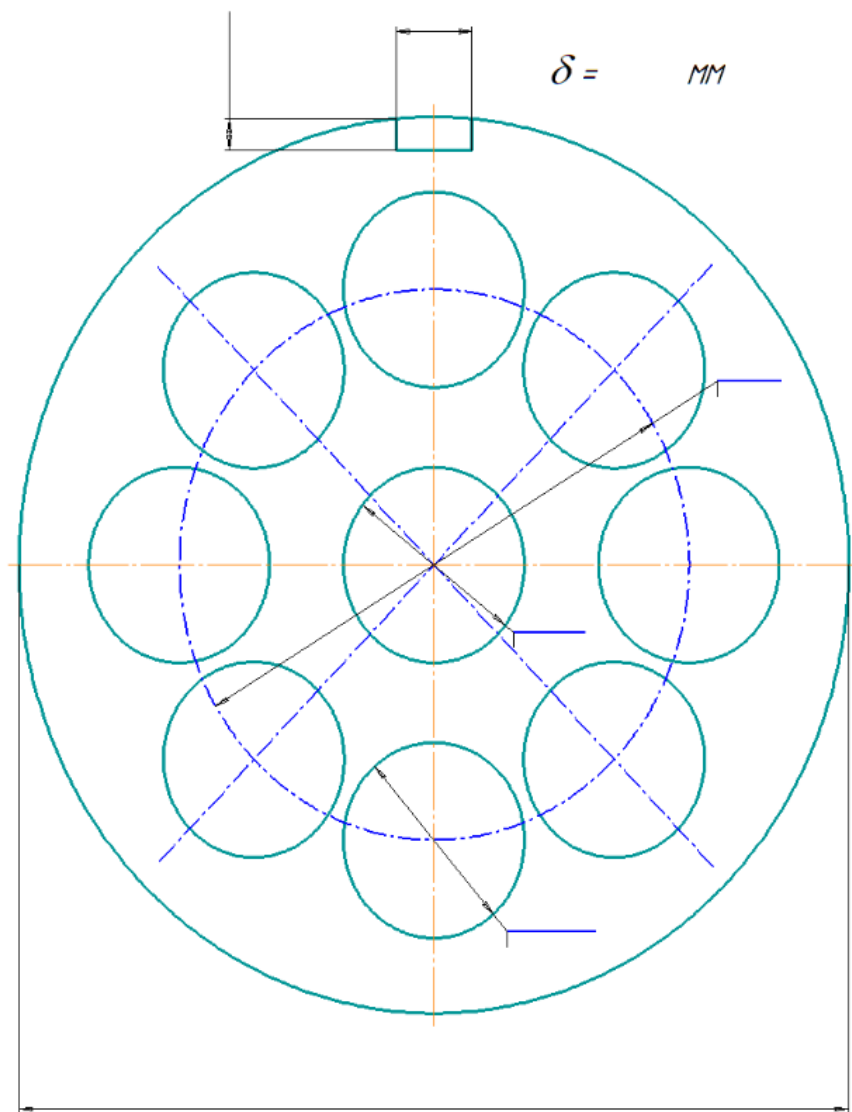


Рисунок 3.4 – Ножевая решетка волчка

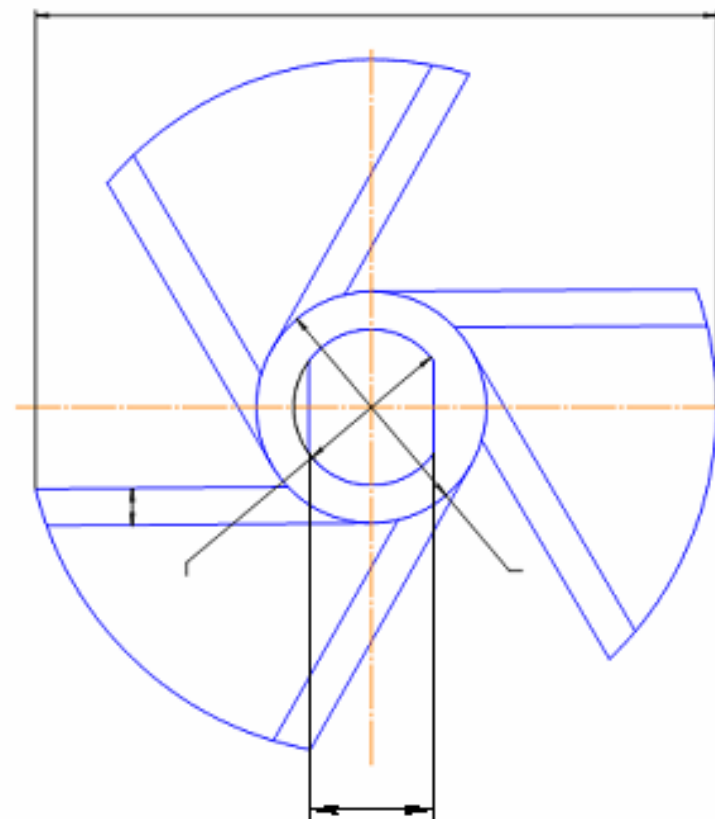
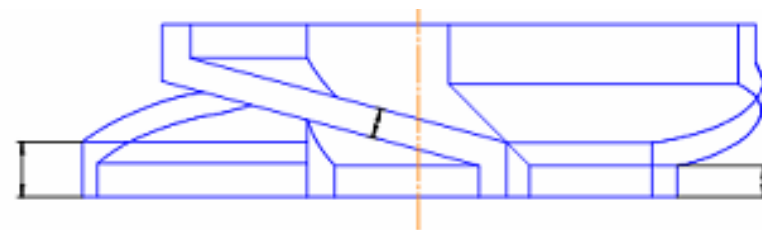


Рисунок 3.5 – Измельчительный нож волчка

Таблица 3.2 – Результаты измерений по волчку К6-ФВП-120

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	$D_{\text{цил}}$ – внутренний диаметр цилиндра, мм	
2	$L_{\text{цил}}$ – длина цилиндра рабочего шнека, мм	
3	$Z_{\text{шн}}$ – число рабочих шнеков, шт	
4	$D_{\text{шн}}$ – наружный диаметр шнека, мм	
5	$d_{\text{шн}}$ – диаметр вала шнека, мм	
6	$t_{\text{шн1}}$ – шаг шнека в начале, мм	
7	$t_{\text{шн2}}$ – шаг шнека в середине, мм	
8	$t_{\text{шн3}}$ – шаг шнека в конце, мм	
9	$n_{\text{шн}}$ – частота вращения шнека, $\text{с}^{-1}$	
10	$Z_{\text{в}}$ – число витков на шнеке, шт	
11	$L_{\text{р}}$ – длина рабочей части шнека, мм	
12	$\text{tg}\alpha_1$ – tg угла подъема витка шнека в начале	
13	$\text{tg}\alpha_2$ – tg угла подъема витка шнека в середине	
14	$\text{tg}\alpha_3$ – tg угла подъема витка шнека в конце	
15	$Z_{\text{н}}$ – число ножей, шт	
16	$D_{\text{н}}$ – диаметр ножей, мм	
17	$m_{\text{н}}$ – число зубьев на одном ноже, шт	
18	$n_{\text{н}}$ – частота вращения ножей, $\text{с}^{-1}$	
19	$a_{\text{хв}}$ – площадь контакта одного ножа с одной стороны с решеткой, мм × мм	
20	$Z_{\text{р}}$ – число решеток, шт	
21	$D_{\text{р}}$ – рабочий диаметр решетки, мм	
22	$D_{\text{нр}}$ – наружный диаметр решетки, мм	

№	Наименование параметра	Значение параметра
23	$K_{\Pi}$ – количество плоскостей резания, шт	
24	$d_{01}$ и $z_{01}$ – диаметр и количество отверстий на 1й решетке	
25	$d_{02}$ и $z_{02}$ – диаметр и количество отверстий на 2й решетке	
26	$d_{03}$ и $z_{03}$ – диаметр и количество отверстий на 2й решетке	
27	$D_1$ – диаметр шкива на ЭД, мм	
28	$D_2$ – диаметр шкива на рабочем шнеке, мм	
29	$n_{эд}$ – Частота вращения ротора ЭД, мин <sup>-1</sup>	
30	$P_{ном}$ – мощность электродвигателя, кВт	

Вначале выполняем подготовительные расчеты

1) Площади отверстий на 1й, 2й и 3й решетках

$$S_{01} = \frac{\pi \cdot d_{01}^2 \cdot Z_{01}}{4}; S_{02} = \frac{\pi \cdot d_{02}^2 \cdot Z_{02}}{4}; S_{03} = \frac{\pi \cdot d_{03}^2 \cdot Z_{03}}{4}; \text{ м}^2. \quad (3.1)$$

2) Геометрическая площадь ножевых решеток

$$F_{\text{нр}} = \pi \cdot D_{\text{нр}}^2 / 4; \text{ м}^2. \quad (3.2)$$

3) Коэффициенты использования площади соответственно 1й – приемной, 2й – промежуточный и 3й – выходной ножевых решеток

$$\Psi_1 = S_{01} : F_{\text{нр}}; \Psi_2 = S_{02} : F_{\text{нр}}; \Psi_3 = S_{03} : F_{\text{нр}}. \quad (3.3)$$

4) Тангенс угла подъема витка шнека

$$\text{tg} \alpha_1 = t_{\text{шн1}} : (\pi \cdot D_{\text{шн}}); \text{tg} \alpha_2 = t_{\text{шн2}} : (\pi \cdot D_{\text{шн}}); \text{tg} \alpha_3 = t_{\text{шн3}} : (\pi \cdot D_{\text{шн}}). \quad (3.4)$$

5) Передаточное число  $i_p = D_1 / D_2$ .

6) Частота вращения шнека  $n_{\text{шн}} = n_{эд} / i_p, \text{ с}^{-1}$ .

7) Производительность волчка рассчитываем на основе формулы производительности шнекового нагнетателя

$$\Pi = \alpha \frac{\pi}{4} (D_{\text{шн}}^2 - d_{\text{шн}}^2) \cdot n_{\text{шн}} \cdot t_{\text{шн3}} \cdot \rho_{\text{м}}, \text{ кг/с}; \quad (3.5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающей уменьшение скоростей подачи мяса вдоль шнека и продвижения мяса через отверстия решетки, при диаметре отверстий 16–25 мм на второй решетке можно принять  $\alpha = 0,575–0,625$ ;

$\rho_{\text{м}}$  – плотность мяса, говядина  $\rho_{\text{м}} = 1041–1048 \text{ кг/м}^3$ , свинина  $\rho_{\text{м}} = 930–968 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_{\text{шн}}$  – частота вращения шнека в  $\text{с}^{-1}$ .

8) Необходимую мощность (кВт) электродвигателя волчка рассчитываем как сумму мощностей затрачиваемых на выполнение трех операций:

$$N_{\text{в}} = (N_1 + N_2 + N_3) \cdot K_{\text{зм}} / \eta_{\text{пер}}, \quad (3.6)$$

где  $N_1$  – мощность, затрачиваемая на измельчение мяса в режущем механиз-

ме;

$N_2$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения между ножами и решетками;

$N_3$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения мяса о витки шнека и мяса на внутреннюю поверхность рабочего цилиндра.

$$N_1 = F_{\text{нр}} \cdot a \cdot m_n (\Psi_1 + 2 \Psi_2 + \Psi_3) \cdot n_n, \text{ Вт} \quad (3.7)$$

где  $a$  – удельный расход энергии на перерезание волокон мяса между решеткой и ножами,  $a = 2,5 \cdot 10^3 - 3,5 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2$ ;

$$N_2 = \pi \cdot n_{\text{шн}} \cdot P_{\text{зат}} (D_n/2 + d_n/2) f_{\text{тр}}, \text{ Вт} \quad (3.8)$$

где  $P_{\text{зат}}$  – усилие затяжки режущего механизма, Н;

$D_n$  и  $d_n$  – наружный и внутренние диаметры режущих зубьев на ножах, м;

$f_{\text{тр}}$  – коэффициент трения между ножами и решеткой, при наличии жирного мяса  $f = 0,1$ .

Усилие затяжки  $N$  рассчитываем по давлению и по площади трения между решетками и ножами:

$$P_{\text{зат}} = p \cdot (a \cdot v) \cdot m_n \cdot Z_n \cdot Z_p, \quad (3.9)$$

где  $p$  – среднее давление между ножами и решеткой после сборки режущего механизма с затяжкой  $p = 2,0 \cdot 10^6 - 3,0 \cdot 10^6 \text{ Па}$ ;

$a \cdot v$  – площадь контакта на одном зубе с решеткой с одной стороны,  $\text{м}^2$ ;

$m_n$  и  $Z_n$  – число зубьев на одном ноже и число ножей в режущем механизме;

$Z_p$  – число плоскостей резания на одном ноже.

$$N_3 = \frac{\pi^2 n_{\text{шнм}}}{1,5} \cdot P_m \cdot Z_6 \left[ \left( \left( \frac{D_{\text{шн}}}{2} \right)^3 - \left( \frac{d_{\text{шн}}}{2} \right)^3 \right) \cdot f_1 + f_2 \cdot t_{\text{шн2}} \left( \left( \frac{D_{\text{шн}}}{2} \right)^2 - \left( \frac{d_{\text{шн}}}{2} \right)^2 \right) \right], \text{ Вт.} \quad (3.10)$$

где  $n_{\text{шнм}}$  – частота вращения шнека,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$P_m$  – давление мяса за последним витком шнека,  $P_m = 3 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;

$f_1$  – коэффициент трения мяса о витки шнека,  $f_1 = 0,3$ ;

$f_2$  – коэффициент трения мяса на внутреннюю поверхность рабочего цилиндра,  $f_2 = 0,24$ .

Тогда необходимая мощность электродвигателя составит

$$N_b = (N_1 + N_2 + N_3) \cdot K_{\text{зм}} / \eta_{\text{пер}},$$

где  $K_{\text{зм}}$  – коэффициент запаса мощности на пуск и разгон волчка,  $K_{\text{зм}} = 1,5$ ;

$\eta_{\text{пер}}$  – КПД передачи,  $\eta_{\text{пер}} = 0,85$ .

Полученное значение  $N_b$  сравнить с установленной мощностью.

### 3.8 Контрольные вопросы

1) Место, значение волчка в технологической линии по производству колбасных изделий. Классификация волчков по конструкции.

2) Назначение и устройство волчка К6-ФВП-120. Техническая характеристика волчка. Материалы, примененные при изготовлении деталей волчка.

3) Правила монтажа и эксплуатации волчка К6-ФВП-120.

- 4) Какие волчки относятся к промышленным?
- 5) Методика и результат расчета производительности одновального волчка.
- 6) Методика и результат расчета мощности электродвигателя волчка.
- 7) Объяснить устройство ножей волчка К6-ФВП-120.
- 8) Объяснить устройство, работу принципиальной электрической схемы энергоснабжения, управления и защиты электродвигателя.

### **3.9 Библиографический список**

1. Корнюшко Л.М. Оборудование для производства колбасных изделий. Справочник. – М.: Колос, 1993. – 304 с.
2. АгроНИИТЭИТО Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК. Том 1, часть первая. Мясная промышленность. Каталог. – М.: АгроНИИ ТЭИТО, 1990. – 213 с.
3. ЦНИИТЭИлегпищемаш. Отраслевой каталог. Оборудование для мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Часть 3: Оборудование для производства колбасных изделий и полуфабрикатов. – М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1986. – 658 с.
4. Галин Н.М. Технологическое оборудование мясной промышленности. Практикум: лабораторные работы. – Уфа: БГАУ, 2013. – 95 с.



## Лабораторная работа № 4

### Фаршемешалка Л5-ФМ2-У

**4.1 Цель работы:** изучить устройство, работу, техническую характеристику, правила эксплуатации, наладки, методику расчета производительности и мощности привода фаршемешалки.

**4.2 Содержание работы:** изучить устройство, работу, техническую характеристику, правила эксплуатации и наладки фаршемешалки Л5-ФМ2-У. Рассчитать производительность и мощность привода фаршемешалки.

**4.3 Оснащение рабочего места:** фаршемешалка Л5-ФМ2-У, методические указания, учебные плакаты, рулетка.

#### 4.4 Устройство фаршемешалки

Унифицированная фаршемешалка Л5-ФМ2-У открытого типа предназначена для перемешивания мясного фарша со всеми компонентами, предусмотренными рецептурой и технологическим процессом производства колбасных изделий. Фаршемешалки выпускаются в двух модификациях: Л5-ФМ2-У-150 и Л5-ФМ2-У-335, которые, соответственно, имеют геометрическую емкость дежи 150 и 335 литров и производительность 1000 и 3200 кг/ч. Конструкция и кинематическая схема у них одинаковые. Фаршемешалки могут комплектоваться подъемниками чаши с измельченным мясом (рисунок 4.4).

Фаршемешалка Л5-ФМ2-У (рисунок 4.1) имеет сварную станину 2. На станине смонтирована дежа 7, изготовленная из нержавеющей стали в виде двух параллельных полуцилиндров. Внутри дежи установлены два ленточных спиральных шнека 8. Дежа сверху закрывается решетчатой крышкой. С одного торца дежи установлен люк 9 для выгрузки, с другого торца смонтирован привод перемешивающих шнеков. Привод осуществляется от электродвигателя 4 через муфту 5 и один червяк, который находится в зацеплении с двумя червячными колесами 6, установленными на валы перемешивающих шнеков. Червячные колеса имеют одинаковое число зубьев, что гарантирует синхронное вращение спиральных шнеков 8.

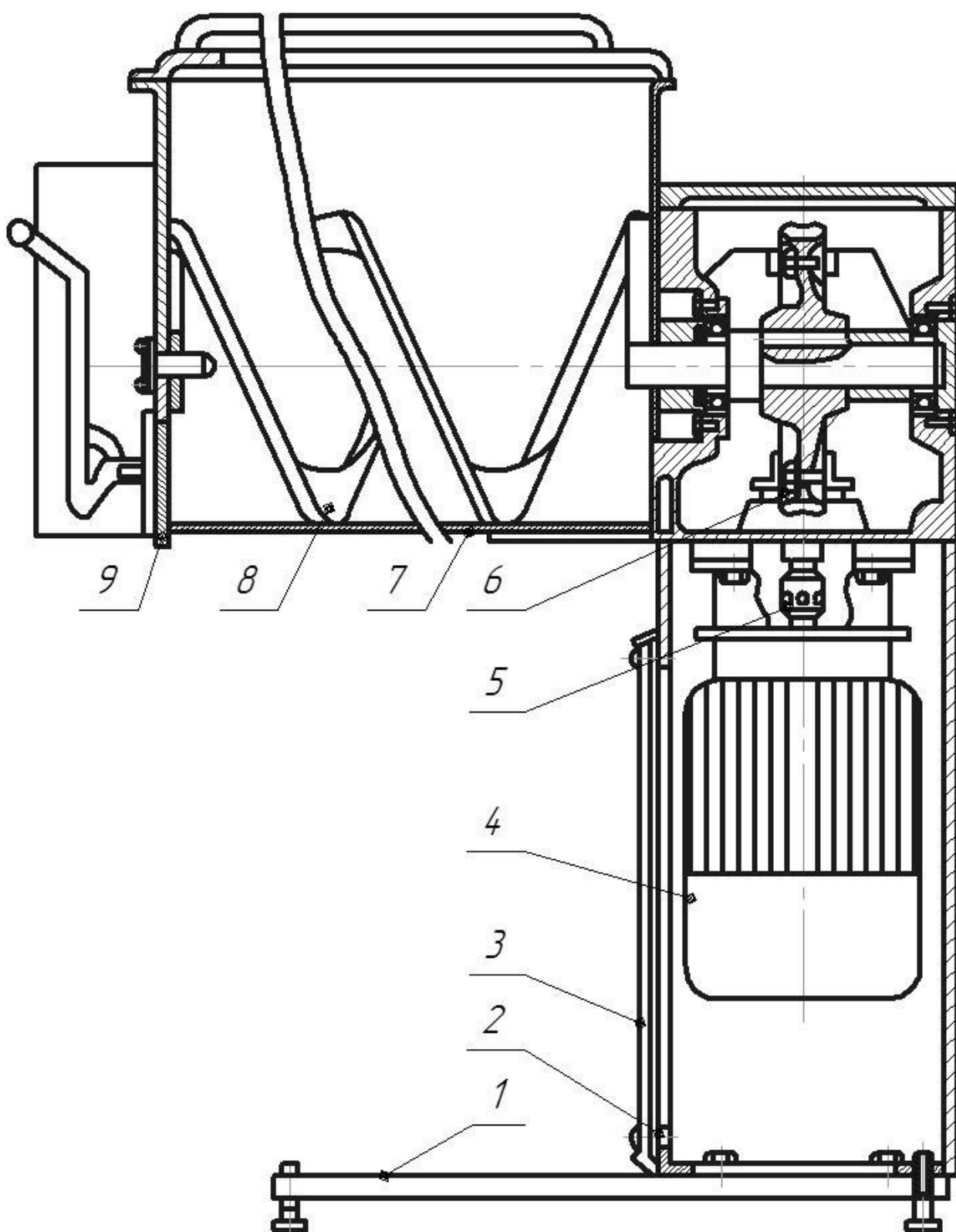


Рисунок 4.1 – Фаршемешалка Л5-ФМ2-У-150

1 – рама; 2 – станина; 3 – крышка; 4 – электродвигатель; 5 – муфта; 6 – червячное колесо; 7 – дежа; 8 – шнек спиральный; 9 – люк выгрузной



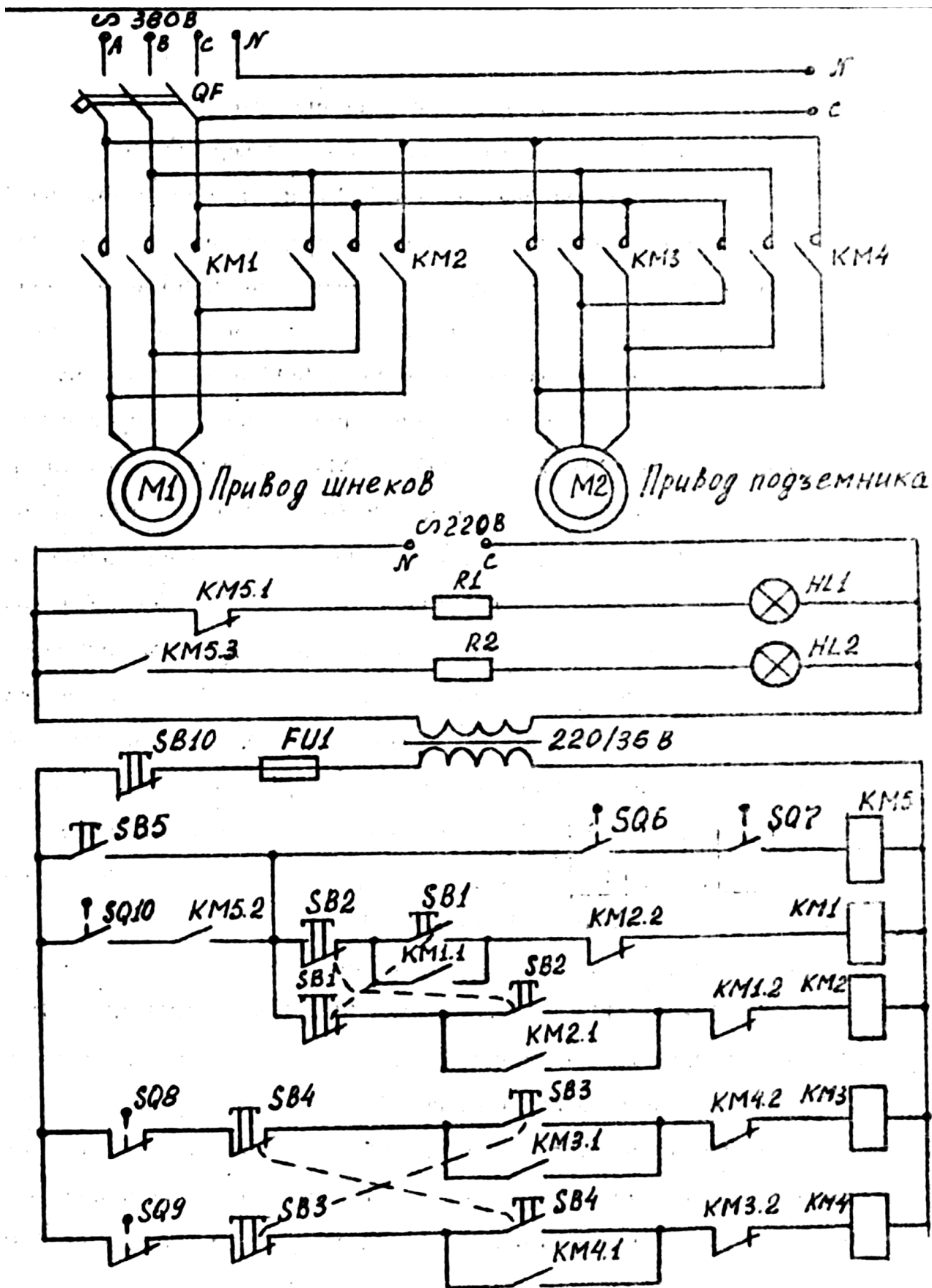


Рисунок 4.3 – Принципиальная электрическая схема фаршемешалки и подъемника чаши

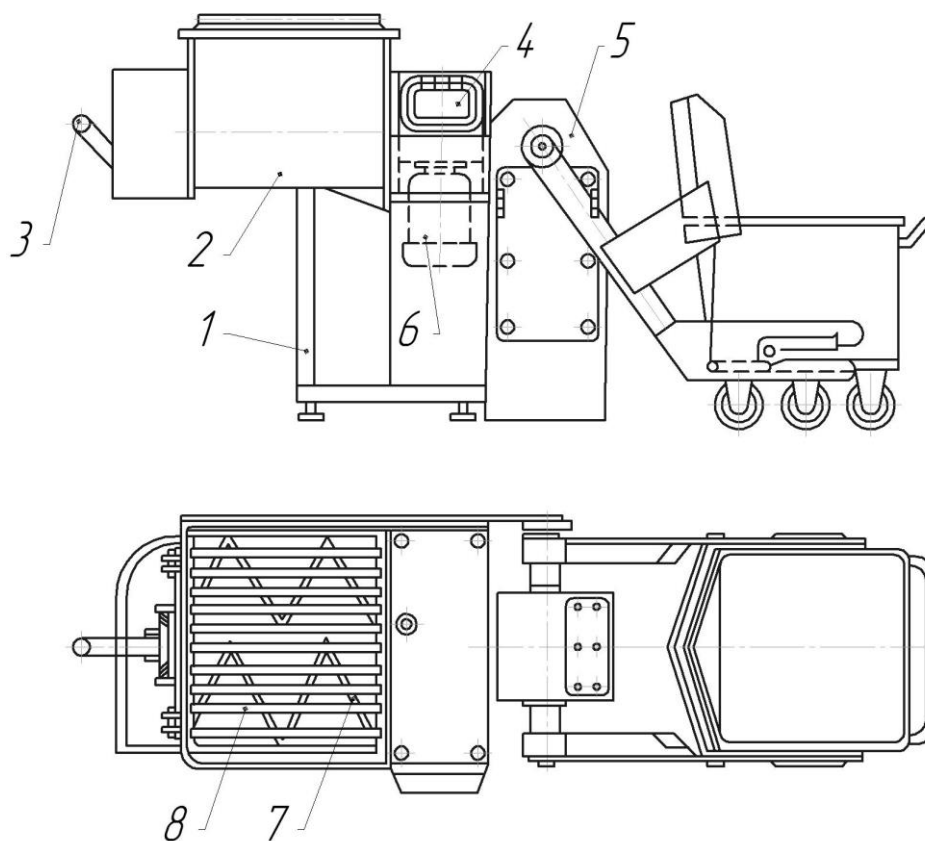


Рисунок 4.4 – Фаршемешалка Л15-ФМ2-У с подъемником

1 – станина, 2 – дежа, 3 – запорный рычаг, 4 – электрооборудование, 5 – подъемник, 6 – привод шнеков, 7 – шнеки, 8 – защитная крышка

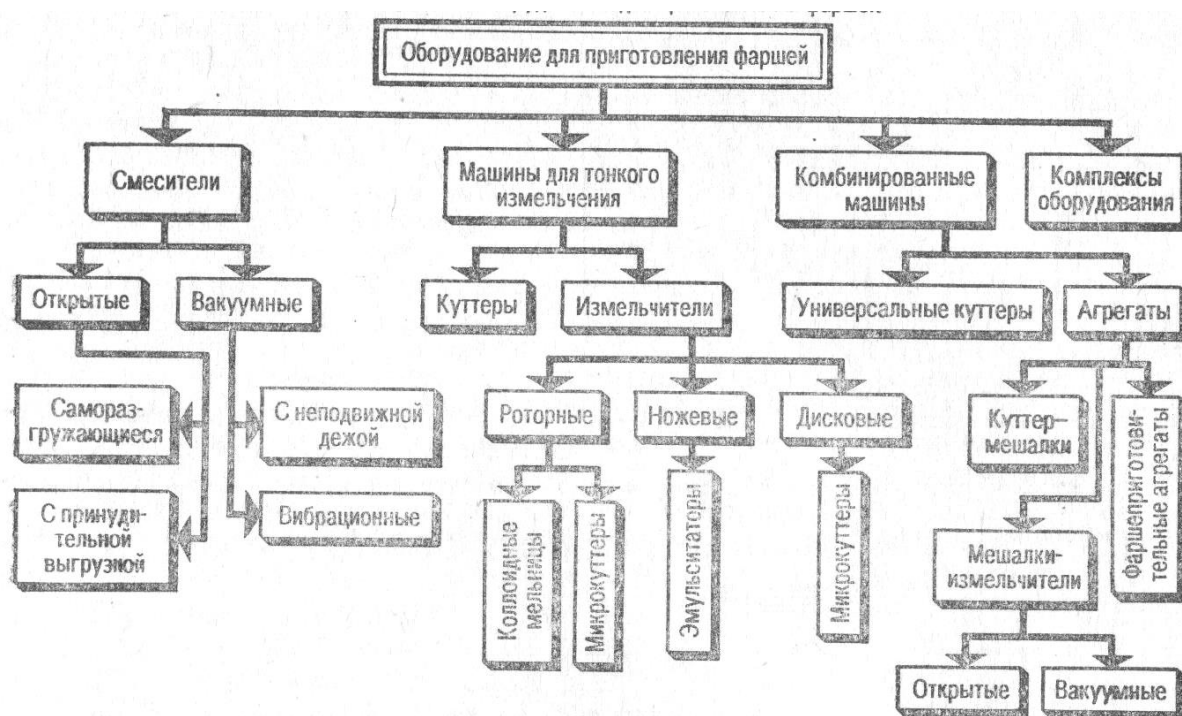


Рисунок 4.5 – Классификация оборудования для приготовления фаршей

Электрическая схема фаршемешалки позволяет реверсировать вращение

перемешивающих шнеков. Схема также обеспечивает электробезопасность и блокировку от включений при открытой крышке и боковинах.

Таблица 4.1 – Техническая характеристика фаршемешалок Л5-ФМ2-У

Показатель	Л5-ФМ2-У-150	Л5-ФМ2-У-335
Емкость дежи, л	150	335
Производительность, кг/ч	1000	3200
Коэффициент загрузки	0,6–0,8	0,6–0,8
Длительность цикла, мин	3,5–5	3,5–8
Частота вращения шнеков, с <sup>-1</sup>	0,52	0,76
Установленная мощность, кВт	3,0	5,5

#### 4.5 Работа фаршемешалки Л5-ФМ2-У

Проверяют чистоту дежи, наличие смазки в картере червячного редуктора. Кратковременным включением фаршемешалки и подъемника на холостом ходу прослушивают звук работы и убеждаются в отсутствии заеданий. В вилку подъемника закатывают чашу с измельченным мясом и фиксируют ее. Кнопкой включают электродвигатель подъемника на подъем. Два червячных редуктора обеспечивают медленный подъем чаши. При подъеме чаши механическая связь открывает крышку дежи. Мясо через ковш скользит, выгружается в дежу. В дежу также дозируют те компоненты, которые полагается по технологии в этом перемешивании. Чашу опускают, при этом крышка дежи закрывается. Кнопкой включают перемешивающие шнеки фаршемешалки, а спустя четверть продолжительности цикла перешивания реверсируют направление вращения шнеков. По завершению перемешивания под дежу устанавливают чашу, открывают выгрузной люк 9 и шнекам 8 сообщают направление вращения для выгрузки фарша. После завершения работы фаршемешалку отключают от сети, моют, вытирают, закрывают чехлом.

Электрическая схема (рисунок 4.3) предназначена для реверсивного управления электродвигателями М1 – привода шнеков, М2 – привода подъемника чаши, для блокировки одновременного включения пускателей двух направлений вращения и пуска при открытой крышке и ограждении. До включения в сеть необходимо закрыть крышки и установить ограждения, при этом размыкающиеся концевые выключатели SQ6, SQ7 и SQ10 замкнутся. При включении автомата расцепителя QF напряжение поступает на силовые контакты пускателей КМ1, КМ2, КМ3 и КМ4, лампа HL1 сигнализирует о подаче напряжения на трансформатор 220/36В. При нажатии кнопки SB5 включается реле КМ5 и через контакты КМ5.2 подает напряжение на схему управления.

Для подъема нажимают кнопку SB3: включается пускатель КМ3, размыкая контакты КМ 3.2, делает невозможным одновременное включение пускателя КМ4, замыкая контакты КМ3.1 становится на самоблокировку и замыкая силовые контакты КМ3 поднимает чашу. На крайнем верхнем положении подъемник задевает концевой выключатель SQ8 и останавливает ЭД М2. Для опускания чаши нажимают кнопку SB4, включается пускатель КМ4, ЭД М2 реверсируется, при достижении крайнего нижнего положения КВ SQ9 выключает КМ4 и ЭД М2.

ЭД М1 фаршемешалки тоже работает реверсивно при управлении пускателями КМ1 и КМ2 и кнопками SB1 и SB2. Кнопки SB1, SB2, SB3 и SB4 являются двухъярусными: верхний ярус является «стоп» кнопкой, а нижний – «пуск» кнопкой. При нажатии SB4 вначале отключается пускатель КМ3, затем включается пускатель КМ4. Для срочного, аварийного отключения всей установки ударяют по стоп – кнопке SB10, выполненной в виде красного грибка. Электробезопасность персонала обеспечивается тем, что на управляющей части схемы напряжение составляет 36В.

#### **4.6 Правила монтажа фаршемешалки Л5-ФМ2-У**

Фаршемешалку выставить на горизонтальном участке пола по уровню. Корпус заземлить к общему контуру мясокомбината, пускатель соединить к сети электрической энергии напряжением 380/220В. Мегомметром проверить сопротивление изоляции и заземляющего контура. Вычистить, смазать фаршемешалку. Кратковременным включением прослушать звук работы, проверить действие концевых выключателей блокировки.

#### **4.7 Последовательность выполнения лабораторной работы**

- 1) Отключить питание от электрической сети.
- 2) Изучить устройство фаршемешалки, после чего нарисовать общий вид фаршемешалки, проставить габаритные размеры, в том числе высоту нижней кромки люка от пола.
- 3) Сделать эскиз дежи, проставить размеры, вычислить геометрическую емкость дежи. Заполнить таблицу 4.2.
- 4) Составить кинематическую схему фаршемешалки с указанием частоты вращения ЭД, шнеков, числа зубьев на червячных колесах и числа заходов на червяке.
- 5) Собрать фаршемешалку, закрыть крышкой, сдать оборудование преподавателю.
- 6) Рассчитать производительность фаршемешалки и необходимую мощность электродвигателя. Сравнить расчетные и паспортные данные.
- 7) Оформить и защитить работу.

Таблица 4.2 – Результаты измерений по фаршемешалке Л5-ФМ2-У

Параметр	Значение
$P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность ЭД, кВт	
$n_{\text{эд}}$ – частота вращения ротора ЭД, мин <sup>-1</sup>	
$Z_{\text{ц}}$ – число зубьев на червячном колесе, шт	
$Z_{\text{к}}$ – число зубьев на червяке, шт	
$i_{\text{ч-к}}$ – передаточное число между ЭД и перемешивающими шнеками	
$n_{\text{шн}}$ – частота вращения перемешивающих шнеков, мин <sup>-1</sup>	
$T_{\text{шн}}$ – шаг перемешивающих шнеков, мм	
$D_{\text{шн}}$ – диаметр перемешивающих шнеков, мм	
$L_{\text{д}}$ – длина дежи, мм	
$B_{\text{д}}$ – ширина дежи, мм	
$D_{\text{д}}$ – диаметр полуцилиндра дежи, мм	
$H_{\text{д}}$ – высота прямоугольной части дежи, м	
$W_{\text{д}}$ – геометрическая емкость дежи, м <sup>3</sup>	
$K_3$ – коэффициент загрузки дежи	0,6–0,8
$T_{\text{ц}}$ – длительность цикла, мин	3,5–5,0
$A$ – удельный расход энергии на перемешивание, кВт ч/т	2,2–2,5

#### 4.8 Расчет производительности и мощности привода фаршемешалки

Производительность фаршемешалки (кг/ч) определяется по объему дежи и по продолжительности цикла, как для машин периодического действия.

$$\Pi = 60 \cdot m / T_{\text{ц}}, \quad (4.1)$$

где  $m$  – масса загруженного мяса, кг;  
 $T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла, мин.  
 Время цикла составляет

$$T_{\text{ц}} = \tau_3 + \tau_{\text{п}} + \tau_{\text{в}}, \text{ мин},$$

где  $\tau_3, \tau_{\text{п}}, \tau_{\text{в}}$  – соответственно продолжительности загрузки, перемешивания и выгрузки, мин.

Массу загруженного мяса (кг) определяют по объему дежи с учетом коэффициента загрузки

$$M = \rho \cdot \varphi \cdot W_{\text{д}}, \quad (4.2)$$

где  $\rho$  – плотность фарша,  $\rho_{\text{ф}} = 900 \text{ кг/м}^3$ ;



$\phi$  – коэффициент загрузки,  $\phi = 0,6–0,8$ .

Объем двух шнекового смесителя ( $\text{м}^3$ ) вычисляется как сумма объемов двух полуцилиндров и параллелепипеда.

$$W_d = LD (\pi D / 4 + 2h), \quad (4.3)$$

где  $L$  – длина дежи, м;

$D$  – внутренний диаметр полуцилиндра, м;

$h$  – высота дежи от оси шнеков, м.

Необходимую мощность фаршемешалки (кВт) определяют по удельному расходу энергии для перемешивания 1 т фарша.

$$N_{\text{эд}} = a \cdot \Pi / (\eta_{\text{см}} \eta_{\text{пер}}), \quad (4.4)$$

где  $a$  – удельный расход энергии для перемешивания 1 т фарша,  $a = (2,5–2,7)$  кВт·ч/т;

$\Pi$  – производительность фаршемешалки, т/ч;

$\eta_{\text{см}}$  – КПД перемешивающего органа,  $\eta_{\text{см}} = 0,7–0,8$ ;

$\eta_{\text{пер}}$  – КПД привода, червячного редуктора,  $\eta_{\text{пер}} = 0,6–0,7$ .

#### 4.9 Контрольные вопросы

1) Место, значение фаршемешалки в технологической линии по производству колбасных изделий. Классификация фаршемешалок.

2) Назначение и устройство фаршемешалки Л5-ФМ2-У. Техническая характеристика фаршемешалок Л5-ФМ2-У-150 и Л5-ФМ2-У-335. Из каких материалов изготовлены узлы и детали фаршемешалки?

3) Работа фаршемешалки, правила ее эксплуатации. Как обеспечивается механическая безопасность?

4) Принципиальная электрическая схема энергоснабжения, управления и защиты электродвигателей: устройство, работа. Как обеспечивается электрическая безопасность?

5) Последовательность монтажа, наладки и пуска фаршемешалки.

6) Методика и результат расчета производительности фаршемешалки.

7) Методика и результат расчета мощности привода фаршемешалки.

#### 4.10 Библиографический список

1. Корнюшко Л.М. Оборудование для производства колбасных изделий. Справочник. – М.: Колос, 1993. – 304 с. (см. стр. 81 и 110).

2. Фалеев Г.А. Оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Изд-во ПП, 1996. – 484 с. (см. стр. 224).

3. АгроНИИТЭИТО Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК. Том 1. Часть 1. Мясная промышленность. Каталог. – М.: АгроНИИТЭИТО, 1990. – 213 с. (см. стр. 121).

4. Технический паспорт. Фаршемешалки марки Л5-ФМ2-У. Черкасский машиностроительный завод им. Г.И. Петровского производственного объединения «Продмаш».

5. Информагротех. Каталог. Машины и оборудование для переработки мяса. – М.: Информагротех, 1996. – 140 с. (см. ст. 79).

## **Лабораторная работа № 5**

### **Установка сушильная с распылителем молока И7-ОРБ**

**5.1 Цель работы:** изучить конструкцию и правила использования сушильной установки с распылителем молока И7-ОРБ.

**5.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, технологический процесс, регулировки и правила эксплуатации сушильной установки с распылителем И7-ОРБ, рассчитать основные параметры сушильной установки с распылительным диском.

**5.3 Оснащение рабочего места:** распылитель молока И7-ОРБ, методические указания, учебные плакаты, измерительная линейка.

#### **5.4 Назначение сушильной установки**

Установка сушильная А1-ОРЧ с распылителем молока И7-ОРБ предназначена для сушки сгущенного обезжиренного и сгущенного цельного молока, а также заменителей цельного молока с содержанием жира до 30%. Применяется на предприятиях молочной промышленности.

#### **5.5 Устройство**

В состав установки А1-ОРЧ входит следующее оборудование: камера сушильная, система подачи продукта, нагреватель воздуха, пневмотранспортная система, батарея циклонов, распылитель молока И7-ОРБ, агрегат для фасовки и упаковки сухого молока (рисунок 5.1).

Сушильная камера 11 является одним из основных агрегатов установки для производства сухого молока, где непосредственно происходит процесс образования молочного порошка из предварительно сгущенного молока, распыляемого в башне центробежным способом.

Сушильная башня прямоточного типа. Горячий воздух и сгущенное молоко подаются сверху камеры. Отсос отработанного воздуха вместе с мелкой фракцией порошка производится снизу камеры.

Система подачи продукта используется для подачи сгущенных молочных продуктов на распылительный диск и промывки распылителя.

Нагреватель воздуха предназначен для нагрева воздуха и подачи его вентилятором в сушильную башню.

Пневмотранспортная система применяется для эвакуации сухого молока с последующим разделением сухого порошка и воздуха в батарее циклонов 12.

Распылитель молока И7-ОРБ предназначен для распыления сгущенного цельного и обезжиренного молока или заменителя цельного молока в камере сушильной установки. Распылитель 10 состоит из конуса, плиты, электродвигателя, маслососа, бака для масла, распылительного диска и подставки.

Внутри конуса в двух подшипниковых опорах установлен вертикальный вал, на верхнем консольном конце которого смонтирован шкив, а на нижнем – распылительный диск с радиальными каналами прямоугольной формы. Вал приводится во вращательное движение с помощью электродвигателя через плоскоременную передачу.

Смазка распылителя при его работе производится по замкнутому контуру. Масло из бака через запорный клапан поступает по маслопроводам к подшипникам и стекает в специальные чаши. Маслосос откачивает масло из чаш и под давлением через фильтр подает его обратно в бак.

Охлаждение распылителя осуществляется воздухом с помощью вентилятора и двух гибких рукавов. Охлаждающий воздух поступает по одному из рукавов в отверстия плиты и направляется вдоль подшипниковых корпусов, охлаждая их. Часть охлаждающего воздуха через отверстия в нижнем основании конуса попадает в пространство между конусом и диском, предотвращая попадание сухого продукта в зазор между диском и конусом и возможность его загорания. Остальной воздух из конуса через отверстия в плите выходит наружу.

## 5.6 Технологический процесс работы

Сгущенное молоко насосной установкой 6 подается на распылитель молока 10 под давлением 0,2 МПа. Под действием центробежных сил сгущенное молоко протекает в каналах диска в виде тонкой пленки. При отрыве от кромок каналов при окружной скорости свыше 160 м/с происходит распад струй продукта на капли размерами 5-200 мкм и образование полидисперсного факела распыленного продукта.

Воздух, пройдя воздушный фильтр 2, нагнетается вентилятором 4 в калорифер 5, подогревается паром до температуры 160°C и через воздухораспределитель 8 поступает в сушильную камеру 11.

При взаимодействии факела распыла с потоком горячего воздуха в камере распылительной сушилки происходит обезвоживание продукта и «на лету» образуются твердые частицы, которые падают на дно сушильной башни. Со дна башни порошок скребковым механизмом через отверстия удаляется в шнек 3 и через шлюзовой затвор в пневмотранспортную систему.

Воздух с мельчайшими частицами порошка через трубу, находящуюся в нижней части сушильной камеры, поступает на очистку в батарею циклонов 12 в верхнюю цилиндрическую часть циклонов по касательной к его окружности. Воздух увлекается в круговое движение, центробежные силы отбрасывают пылинки к стенкам цилиндров, о которые частицы тормозятся и постепенно опускаются вниз сначала по цилиндрической, а затем и по конической поверхности. С помощью шлюзовых затворов порошок удаляется из циклонов. Очищенный от порошка воздух собирается в центре циклонов, отсасывается главным вентилятором 13 и выбрасывается в атмосферу.

В пневмотранспортную систему подается воздух, очищенный в фильтре 2 и охлажденный в охладителе 1 с помощью холодной воды. Холодный воздух подхватывает порошок и передает его уже охлажденным в циклон-разгрузитель 15. Порошок через шлюзовой затвор 16 попадает в бункер 17, а освобожденный от порошка воздух вентилятором 14 подается на окончательную очистку в ба-

тарею циклонов 12. Сухое молоко из бункера 17 через весовой дозатор 20 поступает в бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами. Вкладыши заклеиваются, мешки зашиваются и отправляются на склад.

В установке предусмотрены автоматическое регулирование и контроль основных технологических параметров, которые осуществляются централизованно с пульта.

### 5.7 Техническая характеристика сушильной установки

Основные данные сушильной установки А1-ОРЧ приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Основные данные сушильной установки А1-ОРЧ  
с распылителем молока И7-ОРБ

Основные показатели, размерности	Данные
Производительность (по испаренной влаге), кг/ч	500
Исходное содержание сухих веществ в сгущенном продукте, %	40-46
Содержание влаги в сухом продукте, %	
– для молока	4
– для заменителя цельного молока	7
Температура горячего воздуха на входе в сушильную камеру, °С	160
Напряжение объема сушильной башни по испаренной влаге, кг, м <sup>3</sup> ·ч	5
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	22000
Расход пара на 1 кг испаренной влаги, кг	3
Давление пара, МПа	1
Производительность распылителя молока И7-ОРБ, кг/ч, не менее	1000
Частота вращения диска, с <sup>-1</sup>	200
Мощность электродвигателя распылителя, кВт	11
Передаточное отношение ременной передачи	4,3
Габаритные размеры сушильной установки, мм	
длина	12000
ширина	13000
высота	12500
Масса, кг	
всей сушильной установки А1-ОРЧ	36600
распылителя молока И7-ОРБ	600

### 5.8 Правила эксплуатации

Распылитель молока И7-ОРБ поднимается из сушильной башни электрической талью. Промывается распылитель в бачке.

Распылитель устанавливается в сушильной камере опорной плитой на специальном опорном фланце. Опорный фланец сушильной камеры должен быть выверен по уровню. Допускаемое отклонение от горизонтали не более 0,1 мм на диаметре фланца.

Распылитель должен храниться только в вертикальном положении.

Электродвигатель распылителя должен быть надежно заземлен.

## 5.9 Расчет сушильной установки

Производительность сушиллки (кг/с) по сгущенному и по сухому молоку соответственно составит

$$m_{сг.м.} = W \frac{u_2}{u_1 - u_2}, \quad (5.1)$$

$$m_{с.м.} = W \frac{u_1}{u_1 - u_2}, \quad (5.2)$$

где  $W$  – производительность сушиллки по испаренной влаге, кг/с;

$u_1, u_2$  – содержание влаги в продукте до и после сушиллки, %.

Расход воздуха на сушку (кг/с) определяется по формуле

$$m_e = \frac{W}{d_2 - d_1}, \quad (5.3)$$

где  $W$  – производительность сушиллки по испаренной влаге, кг/с;

$d_2$  – влагосодержание воздуха при выходе из сушиллки, кг/кг сухого воздуха;

$d_1$  – влагосодержание воздуха перед калорифером, кг/кг сухого воздуха.

Влагосодержание воздуха  $d_1$  определяется по  $I-d$  диаграмме (рисунок 5.2) в точке пересечения прямой температуры с кривой относительной влажности. Например, при температуре воздуха  $t = 15^\circ\text{C}$  и его относительной влажности  $\varphi = 60\%$  (точка А) получаем влагосодержание воздуха  $d_1 = 6,7 \text{ г/кг} = 0,0067 \text{ кг/кг}$  сухого воздуха и его удельную энтальпию  $I_1 = 32 \text{ кДж/кг}$ .

Для нахождения влагосодержания воздуха  $d_2$  на выходе из сушильной камеры необходимо сделать следующие построения. Из точки А подняться вертикально вверх до температуры горячего воздуха, входящего в сушильную камеру (в нашем случае – это  $160^\circ\text{C}$ ) – получим точку В. При выходе из калорифера воздух имеет температуру  $160^\circ\text{C}$ , его относительная влажность близка к нулю, влагосодержание воздуха не изменилось  $d = 0,0067$  кг/кг сухого воздуха и удельная энтальпия составляет  $I_2 = 180$  кДж/кг. Из точки В проводим прямую постоянной энтальпии до точки С, в которой относительная влажность воздуха составляет 18%, при этом мы сможем получить требуемую влажность сухого молока 4%. В действительности около 12% тепла теряется в окружающую среду, численно это составит  $0,12 (180 - 32) = 17,76$  кДж/кг. Отложим эту величину на диаграмме и получим точку Е. Прямая ВЕ будет характеризовать реальный процесс сушки. Воздух на выходе из сушильной камеры (точка  $C_1$ ) будет иметь следующие параметры: относительную влажность 18%, температуру  $72^\circ\text{C}$ , влагосодержание  $d_2 = 0,0348$  кг/кг сухого воздуха.

По формуле (5.3) вычисляем расход воздуха на сушку

$$m_g = \frac{0,1389 \text{ кг/с}}{0,0348 - 0,0067} = 4,94 \text{ кг/с}.$$

Потребная тепловая мощность (кВт) калорифера составит

$$N_Q = m_g (I_2 - I_1), \quad (5.4)$$

Диаметр сушильной камеры (м) равен

$$D = 1,05 \sqrt[3]{\frac{3600 \cdot W}{n}} \quad (5.5)$$

где  $n$  – напряжение объема сушильной камеры по испаренной влаге, кг/м<sup>3</sup>·ч.

Высота сушильной камеры (м) равна

$$H = 1,1 \cdot D$$

Средний диаметр капли (м) при дисковом распылении равен

$$d = \frac{1,64}{n} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_{жс} R g}}, \quad (5.6)$$

где  $n$  – частота вращения диска,  $c^{-1}$ ;

$\sigma = 0,05$  Н/м – поверхностное натяжение;

$\rho_{жс} = 1080$  кг/м<sup>3</sup> – плотность сгущенного молока;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$R$  – радиус распылительного диска, м.

Дальность полета капли (м) равна

$$S = \frac{16,7}{\rho_v} \frac{d}{\rho_{жс.ср.}} \lg \frac{V_n}{V_k}, \quad (5.7)$$

где  $\rho_v = 1,27$  кг/м<sup>3</sup> – плотность воздуха;

$\rho_{жс.ср.} = 940$  кг/м<sup>3</sup> – средняя плотность капли молока во время полета (меняется от 1080 до 800 кг/м<sup>3</sup>);

$V_n = 2\pi R n$  – начальная скорость капли, м/с;

$V_k = 0,4$  м/с – конечная скорость капли.

Дальность полета капли не должна превышать разность радиусов сушильной камеры и распылительного диска.

## 5.10 Контрольные вопросы

- 1) Назначение сушильной установки А1-ОРЧ?
- 2) Какое оборудование входит в состав сушильной установки А1-ОРЧ?
- 3) Зачем фильтруется воздух перед подачей в сушильную камеру и пневмотранспортную систему?
- 4) Для чего сгущают продукт перед подачей в сушильную камеру?
- 5) Почему в циклоне частицы сухого продукта отделяются от воздуха?
- 6) В каких единицах измеряется производительность сушильной установки?
- 7) Для чего нужны шлюзовые затворы?



8) Что происходит с продуктом в сушильной камере, в пневмотранспортной системе?

### 5.11 Содержание отчета

Назначение сушильной установки, устройство (рисунок 5.1), технологический процесс работы, основные данные, правила эксплуатации. Для заданных исходных данных рассчитать параметры сушильной установки и занести их в таблицу 7.2, построить соответствующий график и сделать выводы.

Таблица 7.2 Исходные данные и результаты расчетов

Исходные данные					Расчетные данные									
$t_{2в},$ °C	$W,$ кг/с	$t,$ °C	$\varphi,$ %	$u_1,$ %	$d_1,$ кг/кг	$d_2,$ кг/кг	$m_8,$ кг/с	$N_Q,$ кВт	$D,$ м	$H,$ м	$d,$ μкм	$S,$ м	$m_{см},$ кг/с	

### 5.12 Список использованных источников

5.12.1 Аболмасов Г.Ф. и др. Примеры и задачи по курсу технологического оборудования предприятий молочной промышленности. – М.-Л.: Машиностроение, 1966. – 288 с.

5.12.2 Золотин Ю.П., Френклах М.Б., Лашутина Н.Г. Оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.

5.12.3 Установка распылительная сушильная А1-ОРЧ для молока. Отраслевой каталог «Оборудование технологическое для молочной промышленности», М.: 1987. – С. 451-462

5.12.4 Распылитель молока И7-ОРБ. Отраслевой каталог «Оборудование технологическое для молочной промышленности», М.: 1987. – С. 317-320.

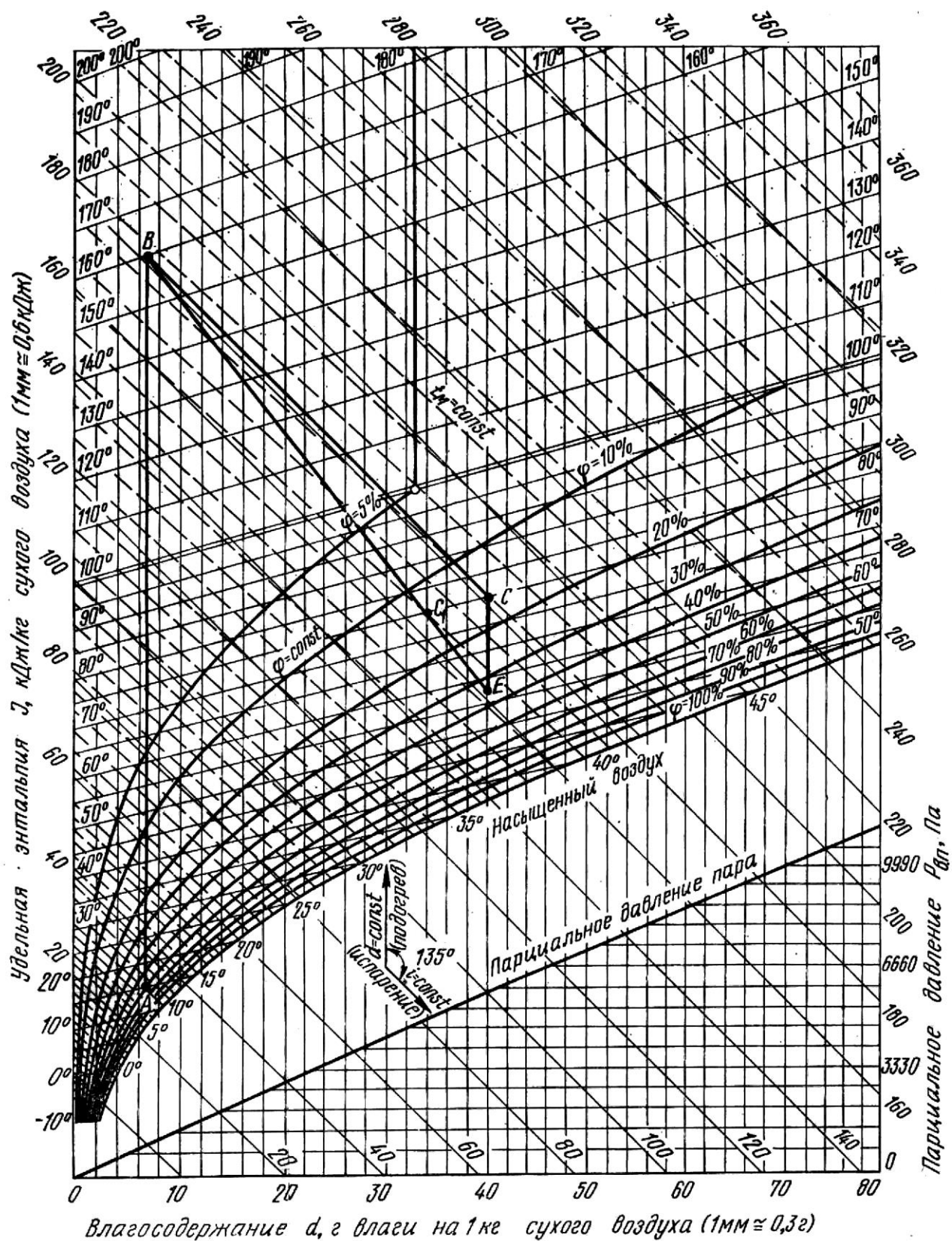


Рисунок 5.2 Схема определения параметров сушки молока на I-d диаграмме

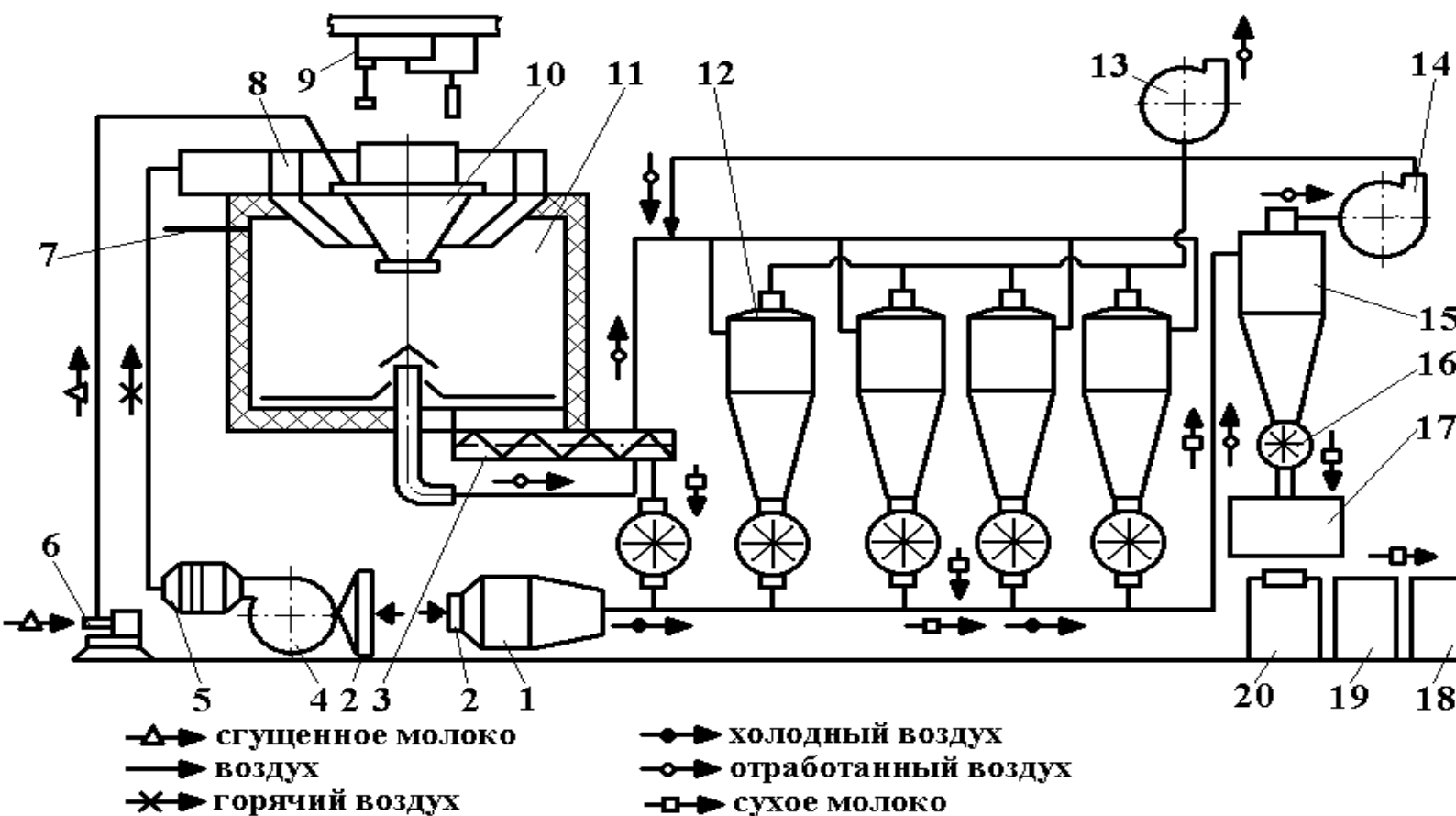


Рисунок 5.1 Технологическая схема распылительной сушильной установки А1-ОРЧ для молока

1-охладитель воздуха; 2-фильтр воздушный; 3-шнек; 4,14-вентилятор; 5-калорифер; 6-насосная установка; 7-противопожарный трубопровод; 8-воздухораспределитель; 9-тадь электрическая; 10-распылитель молока И7-ОРБ; 11-камера сушильная; 12-батарея циклонов; 13-главный вентилятор; 15-циклон-разгрузитель; 16-шлюзовой затвор; 17- бункер; 18-машина зашивочная; 19-установка для сварки полиэтиленовых вкладышей; 20-дозатор.

## **Лабораторная работа №6**

### **Фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3**

**6.1 Цель работы:** изучить устройство и принцип работы фасовочно-укупорочного автомата Б2-ОРУ-3

**6.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, принцип работы, регулировки, правила эксплуатации фасовочно-укупорочного автомата Б2-ОРУ-3; ответить на контрольные вопросы и составить отчет

**6.3 Оснащение рабочего места:** фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3, методические указания, учебные плакаты

**6.4 Назначение:** фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3 предназначен для расфасовки сметаны порциями по 200 г в стеклянные бутылки и укупорки бутылок колпачками из алюминиевой фольги. Автомат может работать самостоятельно и в составе поточных линиях расфасовки сметаны. В линию расфасовки входят следующие машины: транспортер корзин, автомат для извлечения бутылок из ящиков, ящикомоечная машина, бутылкомоечная машина, разливочно-укупорочный автомат, автомат для укладки бутылок в ящики, транспортер бутылок, электрощит.

В высокоразвитых странах Запада идет возврат к фасовке молочных продуктов в бутылки, так как из-за одноразовых упаковок перегружены мусоросжигательные заводы, которые наносят большой вред экологии.

#### **6.5 Устройство и работа**

Фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3 карусельного типа (рисунок 6.2) состоит из корпуса 1 с приводом, разливочной головки 2, штампа 3, укупорочной головки 4 и транспортера бутылок 5.

Корпус представляет собой литую конструкцию из чугуна, имеет рабочую поверхность по которой передвигаются бутылки. Корпус облицован листами нержавеющей стали. Корпус имеет четыре ножки, регулируемые по высоте. Внутри корпуса размещены механизмы привода. К корпусу крепится транспортер бутылок. Транспортер состоит из бесконечной пластинчатой цепи,

которая подводит к карусели пустые бутылки и отводит наполненные и укупоренные.

Привод фасовочно-укупорочного автомата (рисунок 6.1) включает в себя три электродвигателя, первый вращает эксгаустер для создания разряжения в резервуаре разливочной головки, второй обеспечивает движение основных механизмов автомата и третий приводит в движение транспортер бутылок. Привод основных механизмов автомата имеет клиноременный вариатор и предохранительную муфту. Система шестерен, кулачков и рычагов сообщает узлам пооперационное движение в предусмотренной технологической последовательности. Вариатор позволяет менять производительность автомата в широком диапазоне.

Механизм образования и надевания алюминиевого колпачка состоит из катушки фольги, разматывателя, направляющего ролика, штампа, катушки для отхода ленты и лотка подачи колпачков на укупорочную головку.

Дозирование продукта в бутылки может быть по объему и по уровню. В первом случае в бутылку выливается определенный объем продукта, а во втором - бутылка заполняется по уровню кромки горлышка бутылки. В первом случае точность дозирования определяется точностью мерного стакана разливочной головки автомата, а во втором - точностью изготовления бутылок (ГОСТ 15844-80).

В фасовочно-укупорочном автомате Б2-ОРУ-2 реализовано дозирование по уровню. Количество продукта в приемном баке разливочной головки поддерживается на постоянном уровне. Эксгаустер создает разряжение в приемном баке около 4 КПа. Разряжение исключает утечки продукта через неплотности. Бутылка 5 (рисунок 6.3) поднимается вверх, герметизируется резиновым клапаном 4 и в ней создается разряжение с помощью воздушной трубки 1. При дальнейшем движении бутылки вверх резиновый клапан 4 прогибается и продукт заполняет бутылку полностью. При движении бутылки вниз она разгерметизируется и часть продукта отсасывается в приемный бак через трубку 1, в результате бутылка оказывается заполненной на несколько миллиметров ниже кромки

горлышка. Данное устройство позволяет автоматически отбраковывать бутылки с дефектными горлышками, такие бутылки не герметизируются полностью и продукт их не заполняет.

Укупорочная головка карусельного типа имеет резиновые кольца-обжиматели и пружины. При деформации внутренний диаметр резиновых колец уменьшается и за счет этого обжимаются алюминиевые колпачки на горлышке бутылки.

Рабочий цикл автомата состоит из следующих операций: транспортирование пустых бутылок к рабочей поверхности стола; заполнение гнезд дисков бутылками; заполнение бутылок продуктом при вращении на карусели; подача фольги в штамп; вырубка заготовки; формовка колпачка; нанесение наименования и даты; подача колпачка в лоток; наматывание отходов фольги на катушку; надевание колпачков на горлышко бутылки; обжатие колпачков на горлышке в укупорочной головке; выведение закрытых бутылок с продуктом из гнезда направляющего диска на транспортер и транспортирование наполненных и укупоренных бутылок.

## 6.6 Техническая характеристика

Основные данные фасовочно-укупорочного автомата приведены в таблице

6.1

Таблица 6.1 - Основные данные автомата Б2-ОРУ-3

Показатели	Значение
Производительность, бутылок/мин	70-100
Регулирование производительности	Бесступенчатое
Масса дозы, л	0,2
Тара	Бутылки 1У-200
Упаковочный материал	Фольга ДПРХМ 0,065x70
Количество разливочных патронов, шт	16
Количество укупорочных патронов, шт	8
Установленная мощность электродвигателя, кВт	

- для привода эксгаустера	1,1
- для привода основных рабочих органов автомата	1,5
- для привода транспортера бутылок	5,5
Габаритные размеры (без транспортера), мм	1630x1400x2200
Масса, кг	1500
Обслуживающий персонал, чел	1

## 6.7 Правила обслуживания и монтажа

К обслуживанию фасовочно-укупорочного автомата допускается обученный персонал, прошедший инструктаж по охране труда и технике безопасности.

Электропроводка внешних подключений должна быть заключена в металлические трубы. Автомат должен быть заземлен. Запрещен пуск автомата при снятой облицовке. Затяжку болтов, регулировки проводить при полной остановке привода. Индустриальное масло И-20А заменять в корпусе редуктора через 2000 часов работы.

Для нормальной подачи продукта в автомат самотеком необходим перепад высот между фланцем дозатора и дном резервуара не менее двух метров.

При работе автомата на транспортере должно быть не менее 10-15 бутылок. Производительность автомата изменяется с помощью клиноременного вариатора.

Перед началом работы заправить ленту из алюминиевой фольги в штамп, произвести его настройку в соответствии с датой работы и видом фасуемого продукта и обеспечить подачу продукта.

После окончания работы тщательно промыть части машины соприкасающиеся с продуктом, при этом избегать попадания моющей жидкости и воды на части машины без антикоррозионного покрытия. Не рекомендуется мыть автомат из шланга.

## 6.8 Расчет фасовочно-укупорочного автомата

Производительность автомата разлива  $\Pi$  (бутылок/мин) зависит от частоты вращения карусели и числа дозирующих аппаратов

$$\Pi = n_p \cdot z, \quad (6.1)$$

где  $z$  - число дозирующих аппаратов, шт;

$n_p$  - частота вращения разливочной карусели,  $\text{мин}^{-1}$ .

Частоту вращения разливочной карусели можно определить по кинематической схеме автомата (рисунок 6.2)

$$n_p = n_{\text{дв}} \cdot \frac{d_8}{d_5} \cdot \frac{z_6}{z_4} \cdot \frac{z_3}{z_2}, \quad (6.2)$$

где  $n_{\text{дв}} = 920 \text{ мин}^{-1}$  - частота вращения электродвигателя;

$d_i, z_i$  - кинематические параметры привода.

По формуле (6.2) следует вычислить минимальную и максимальную частоту вращения разливочной карусели при диаметрах шкива клиноременного вариатора  $d_{8\text{min}} = 142 \text{ мм}$  и  $d_{8\text{max}} = 232 \text{ мм}$ .

Продолжительность нахождения бутылки под разливочным патроном (с.) находится по формуле

$$T_n = \frac{60}{n_p} \cdot \frac{\varphi_p}{360}, \quad (6.3)$$

где  $\varphi_p$  - угол поворота карусели для разлива, град.

Продолжительность наполнения бутылки продуктом при разливе по уровню рассчитывается по формуле

$$T_{\text{нап}} = \frac{V}{\mu \cdot f} \sqrt{\frac{2 \cdot H_{\text{max}} \cdot 10^4}{\rho}}, \quad (6.4)$$

а при разливе по объему определяется по формуле

$$T_{\text{нап}} = \frac{2V}{\mu \cdot f} \sqrt{\frac{2 \cdot H_{\text{max}} \cdot 10^4}{\rho}}, \quad (6.4a)$$



где  $V = 0,0002 \text{ м}^3$  - емкость бутылки;

$\mu = 0,4 - 0,7$  - коэффициент истечения;

$f = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  - минимальное проходное сечение разливочного патрона;

$H_{\max}$  - напор продукта при разливе, м (рисунок 6.3);

$\rho = 1020 \text{ кг/м}^3$  - плотность сметаны.

Так как в автомате Б2-ОРУ-3 продукт разливается по уровню, то время наполнения следует рассчитывать по формуле (6.4). При работе разливочного автомата должно выполняться в соотношении  $T_{\text{нап}} \leq T_{\text{н}}$ .

## 6.9 Составление отчета

В отчете отразить: назначение, устройство (рисунок 9.1, рисунок 9.3), принцип действия, техническую характеристику, правила эксплуатации разливочно-укупорочного автомата.

Результаты расчетов занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Результаты расчетов фасовочно-укупорочного автомата

Показатели, размерность	Значения	
	$d_8 = 142 \text{ мм}$	$d_8 = 232 \text{ мм}$
Производительность автомата П, бутылок/мин		
Частота вращения разливочной карусели $n_p$ , $\text{мин}^{-1}$		
Время нахождения бутылки под разливочным патроном $T_n$ , с		
Время наполнения бутылки $T_{\text{нап}}$ , с		

В заключении сопоставить расчетную и паспортную производительность автомата, время наполнения бутылки и продолжительность нахождения бутылки под разливочным патроном.

## **6.10 Контрольные вопросы**

- 1) Для чего предназначен разливочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3?
- 2) Перечислите основные узлы автомата Б2-ОРУ-3?
- 3) Какие операции выполняет автомат Б2-ОРУ-3?
- 4) Как фасуется продукт?
- 5) Как укупориваются бутылки?
- 6) Перечислите основные правила эксплуатации автомата Б2-ОРУ-3?
- 7) Чем отличается фасовка по уровню от фасовки по объему?
- 8) Зачем создается разряжение в приемном баке автомата Б2-ОРУ-3?
- 9) Увеличиться или уменьшится производительность автомата Б2-ОРУ-3 при увеличении диаметра шкива  $d_8$  (рисунок 1)?

## **6.11 Список использованных источников**

- 1) Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -432 с.
- 2) Линия И2-ОРА-6 для расфасовки сметаны и разлива простокваши. - Отраслевой каталог «Оборудование технологическое для молочной промышленности», ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1977. -20 с.



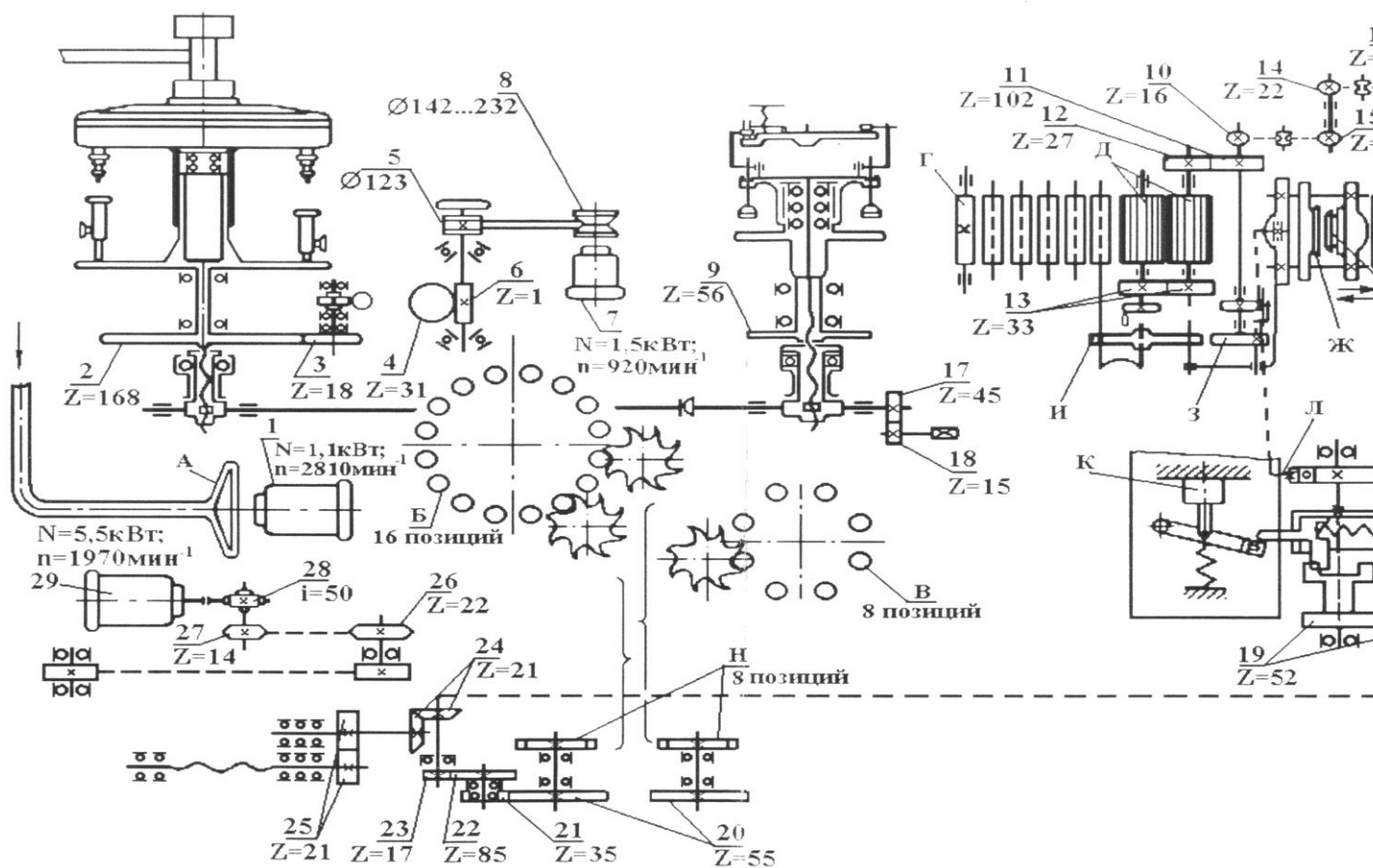


Рисунок 6.1 Кинематическая схема агрегата Б2-ОРУ-3

1,7,29 – электродвигатели; 2,3,9-13,17-25 – шестерни; 4-червячное колесо; 5-шків; 6-червяк; 8-вариатор; 14-16,26,27 – звездочки; 28-редуктор; А-эксгаустер; Б – фасовочная карусель; В – укупорочная карусель; Г – валик для рулона фольги; Д – протяжные ролики; Е – пуансон; Ж – матрица; З – рычаг; И – кривошип; К – электромагнит; Л – шатун; М – эксцентрик; Н – звездочка загрузочная.

## Лабораторная работа №7

### Электрические пилы распиловки туш ФЭГ и ФЭП

**7.1 Цель работы:** изучить конструкцию, принцип работы, правила эксплуатации, методику расчета электрических пил (ЭП), используемых в мясокомбинатах для распиловки туш крупного рогатого скота и свиней.

**7.2 Содержание работы:** Определить место и значение электрических пил в технологическом процессе по убою и разделке крупного рогатого скота (КРС) и свиней. Частично разобрать пилу, снять размеры, составить кинематическую схему. Выполнить расчеты производительности и необходимой мощности электродвигателя.

**7.3 Оснащение рабочего места:** Методические указания, учебные плакаты, электропилы ФЭГ и ФЭП, инструмент (отвертка и гаечные ключи), штангенциркуль, стальной метр или рулетка с миллиметровыми делениями.

**7.4 Назначение и устройство.** На мясокомбинатах для продольной распиловки туш КРС и свиней применяют электрические пилы ФЭП и Минск-59, для распиловки грудной кости применяют пилу ФЭГ (рисунок 7.1). Они имеют одинаковую конструкцию и работают по одному принципу. Отличаются размерами и параметрами работы. Они имеют трехфазный электродвигатель (ЭД). Электродвигатель располагается вертикально, его вал приводит в движение кривошипно-шатунный механизм (КШМ), который преобразует вращательное движение ротора ЭД в возвратно-поступательное движение ножовочного полотна. Второй конец ножовочного полотна скользит в направляющей щели лучка. Лучок болтами закреплен на корпусе электропилы. Шток скользит в бронзовой втулке, запрессованной в корпусе.

В верхней части картера расположен сапун для сообщения внутренней полости картера с атмосферой. При повышении давления в картере (при разогреве масла во время работы) сапун устраняет опасность прохода смазки через сальниковые уплотнения.

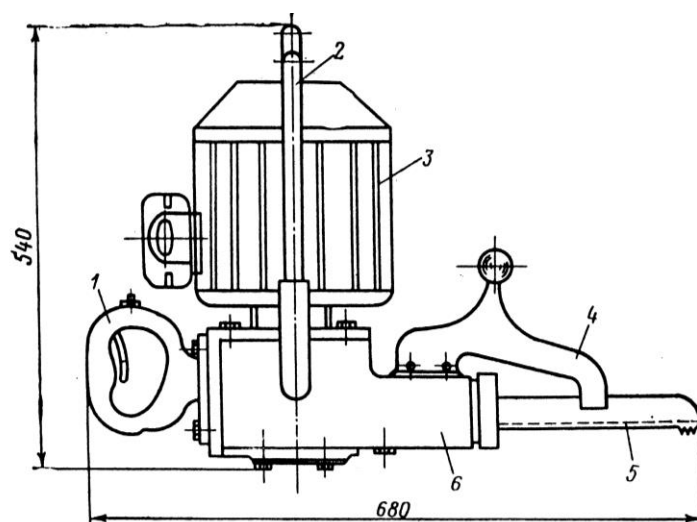


Рисунок 7.1 – Электропила ФЭГ для распиловки грудной кости туш крупного рогатого скота

1 – ручка; 2 – подвеска; 3 – электродвигатель; 4 – лучок; 5 – полотно электропилы; 6 – корпус.

Таблица 7.1 - Техническая характеристика пил

Характеристика	ФЭГ	ФЭП
Производительность, туш/час	200	125
Длина ножевого полотна, мм	175	610
количество двойных ходов полотна, мин <sup>-1</sup>	1420	1420
длина хода полотна, мм	58	85
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	1,7
Габаритные размеры, м	680 х 250х 540	1220 х 260 х 480
Масса, кг	35	48

## 7.5 Правила обращения с электрической пилой.

В работе применяют электрические пилы, у которых проверена и установлена механическая и электрическая исправность. Кривошипно-шатунный механизм должен иметь смазку, ножовочное полотно должно быть заточенным и иметь разводку зубьев. Электрическую пилу навешивают на гибкий трос с противовесом. Масса противовеса должна уравновешивать массу электропилы. Трос должен проходить через ролики, которые имеют свободный ход по бесконвейерному пути, проложенному параллельно конвейеру ГК -1 разделки туш. Такое устройство позволяет разделщику перемещаться совместно с разде-

ливаемой тушью и возвратиться с пилой в исходное положение. Кабель питания электрической энергией соединен с защитно-отключающим устройством ИЭ9814, которое не допускает поражение работника при пробое изоляции на корпус.

Работа с электропилой является достаточно тяжелой и опасной работой. К работе с электропилой допускаются обученные, здоровые мужчины. Они должны быть обуты в резиновые сапоги, использовать прорезиненные рукавицы. Распиловку туш на полутуши надо вести немного в стороне от оси туши так, чтобы не задевать спинной костный мозг. После завершения смены выключить автомат-расцепитель, вывесить электропилу, снять ножовочное полотно, вымыть и высушить полотно.

## **7.6 Последовательность выполнения лабораторной работы**

- 1) По лабораторному практикуму и плакату изучить устройство и работу электропилы.
- 2) Составить кинематическую схему привода и электрическую схему питания и управления.
- 3) Дать схему подвешивания электропилы.
- 4) Вычислить число колебаний ножовочного полотна и продолжительность разделки одной туши на полутуши, если преподавателем задана длина туши. Рассчитать производительность электропилы при ее работе в линии конвейера ГК-1.
- 5) Рассчитать мощность необходимую для привода электропилы.
- 6) Оформить и защитить работу.

## **7.7 Расчет производительности и мощности привода**

Для определения производительности рассчитываем продолжительность распила туши на полутуши, в секундах

$$\tau_p = L_T / v_p, \quad (7.1)$$

где  $L_T$  – длина туши в ее распиливаемой части, м

$v_p$  – скорость распила вдоль туловища,  $v_p = 0,100-0,050$  м/с

Общая продолжительность цикла распила одной туши будет составлять

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_p + \tau_n, \quad (7.2)$$

где  $\tau_n$  – продолжительность перехода с одной туши на другую,

$$\tau_n = (1,5 - 2,0) \tau_p$$

Тогда производительность электропилы будет

$$П = 3600: \tau_{ц}, \text{ туш/ч}, \quad (7.3)$$

Необходимая мощность ЭД для электропилы составит

$$N_{ЭД} = \varphi \cdot a \cdot b \cdot v_n \cdot K_{зм} \cdot 10^{-3} / \eta_{пер}, \text{ кВт}, \quad (7.4)$$

где  $\varphi$  – удельное сопротивление мяса на костях распилу, для парного мяса на костях  $\varphi = (75 - 150) \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ ;

$a$  и  $b$  – ширина и длина пропила ножовочным полотном, м;

$K_{зм} = 1,05 - 1,15$  – коэффициент запаса мощности;

$\eta_{пер} = 0,8 - 0,85$  коэффициент полезного действия передачи;

$v_n$  – скорость движения ножовочного полотна, м/с;

Эту скорость вычисляем с учетом работы ножовочного полотна с приводом от кривошипно-шатунного механизма.

$$v_{\max} = \omega_{кр} \cdot R_{кр}, \text{ м/с}, \quad (7.5)$$

где  $\omega_{кр}$  и  $R_{кр}$  – угловая скорость и радиус кривошипа;

$$\omega_{кр} = \frac{\pi \cdot n_m}{30}, \text{ рад/с}, \quad (7.6)$$

где  $n_m$  – частота вращения кривошипа, мин<sup>-1</sup>.

$$\text{Тогда} \quad v_n = (0 + v_{\max}) : 2, \text{ м/с}, \quad (7.7)$$

Расчет производительности и необходимой мощности ЭД для пил ФЭГ и ФЭП выполнить в соответствии со значениями таблицы 7.2.

Таблица 7.2 – Исходные данные для расчета

Параметры	ФЭГ	ФЭП
1) Длина распиливаемой части туши, м	0,5	1,5
2) Скорость распила, м/с	0,05	0,10
3) Продолжительность перехода, с	$2 \cdot \tau_p$	$1,5 \cdot \tau_p$
4) Удельное сопротивление распилу, Н/м <sup>2</sup>	$150 \cdot 10^4$	$75 \cdot 10^4$
5) Ширина пропила, мм	4,0	5,0
6) Длина пропила, мм	50,0	125,0
7) Радиус кривошипа, мм	29,0	42,5
8) Коэффициент, $K_{зм}$	1,15	1,05
9) КПД передачи	0,80	0,85



## **7.9 Контрольные вопросы**

- 1) Назначение электропилы. Ее место в технологическом процессе.
- 2) Устройство и работа электропилы.
- 3) Монтаж и работа с электропилой.
- 4) Обеспечение электробезопасности при работе с электропилой.
- 5) Техническое обслуживание за электропилой.
- 6) Методика расчета производительности электропилы. От каких параметров и как зависит производительность ЭП?
- 7) Методика расчета необходимой мощности ЭД.
- 8) От каких параметров и как зависит мощность ЭД?

## **7.10 Библиографический список**

- 1 Под. ред. Горбатова В.М. Оборудование для убоя скота, птицы, производства колбасных изделий и птицепродуктов. Справочник. – М.: Пищевая промышленность, 1975.-690с.
- 2 ЦНИИТЭИ. Отраслевой каталог. Оборудование для мясной и перерабатывающей промышленности. Часть 1: Оборудование для убоя и разделки туш. – М.: ЦНИИТЭИ, 1986. – 685с.
- 3 Бредихин С.А. и др. Технологическое оборудование мясокомбинатов. – М.: Колос, 1997.- 392с.
- 4 Янушкин Н.П., Лагоша И.А. Технология мяса и мясопродуктов и оборудование мясокомбинатов. - М.: Пищевая промышленность, 1970.-662с.
- 5 Галин Н.М. Технологическое оборудование мясной промышленности. Практикум: лабораторные работы – Уфа: БГАУ, 2013.– 95 с.

## Лабораторная работа №8

### Шнековый шприц

**8.1 Цель работы:** изучить устройство, принцип работы, наладку, правил эксплуатации шприца Р.2044 для формования колбасных изделий. Изучить методику расчета производительности шприца и мощности электродвигателя.

**8.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, работу, наладку, правила эксплуатации, техническую характеристику шприца Р.2044. Выполнить расчеты производительности шприца и мощности электродвигателя.

**8.3 Оснащение рабочего места:** Шприц Р.2044 в комплекте, плакат, технический методические указания, штангенциркуль, стальная рулетка или метр с миллиметровыми делениями, калькулятор, лист миллиметровой бумаги формата А4.

#### 8.4 Назначение и устройство шприца Р.2044

Шприц Р.2044 предназначен для вакуумирования мясного фарша и наполнения им колбасных оболочек при производстве вареных и полукопченых колбас. Шприц Р.2044 является одношнековым, одноцевковым.

Шприц (рисунок 8.1) имеет станину 1, представляющую собой сварную конструкцию, оснащенную четырьмя виброизолирующими опорами. Рабочий цилиндр 2 изготовлен из нержавеющей стали и установлен под углом  $45^\circ$  к горизонту. В верхней части цилиндра устанавливают сменные цевки 3. К горловине цилиндра прикреплен откидной приемный бункер 6. Внутри рабочего цилиндра на выступ вала устанавливается рабочий шнек шприца (рисунок 8.2). Он имеет три разных участка по длине. Первый участок (на рисунке 8.2 правый конец) при большом диаметре вала образует тонкий слой фарша в виде полого цилиндра, что облегчает вакуумирование тонкого слоя фарша. Второй участок рабочего шнека с постоянным шагом предназначен для перемещения фарша по длине цилиндра. Третий участок шнека предназначен для уплотненной подачи фарша в цевки. Рабочий шнек соединен с электродвигателем 9 через упругую муфту и проме-

жуточный вал, смонтированный в подшипниковом узле 8 (рисунок 8.1). Частота вращения шнека определяется частотой вращения ротора электродвигателя.

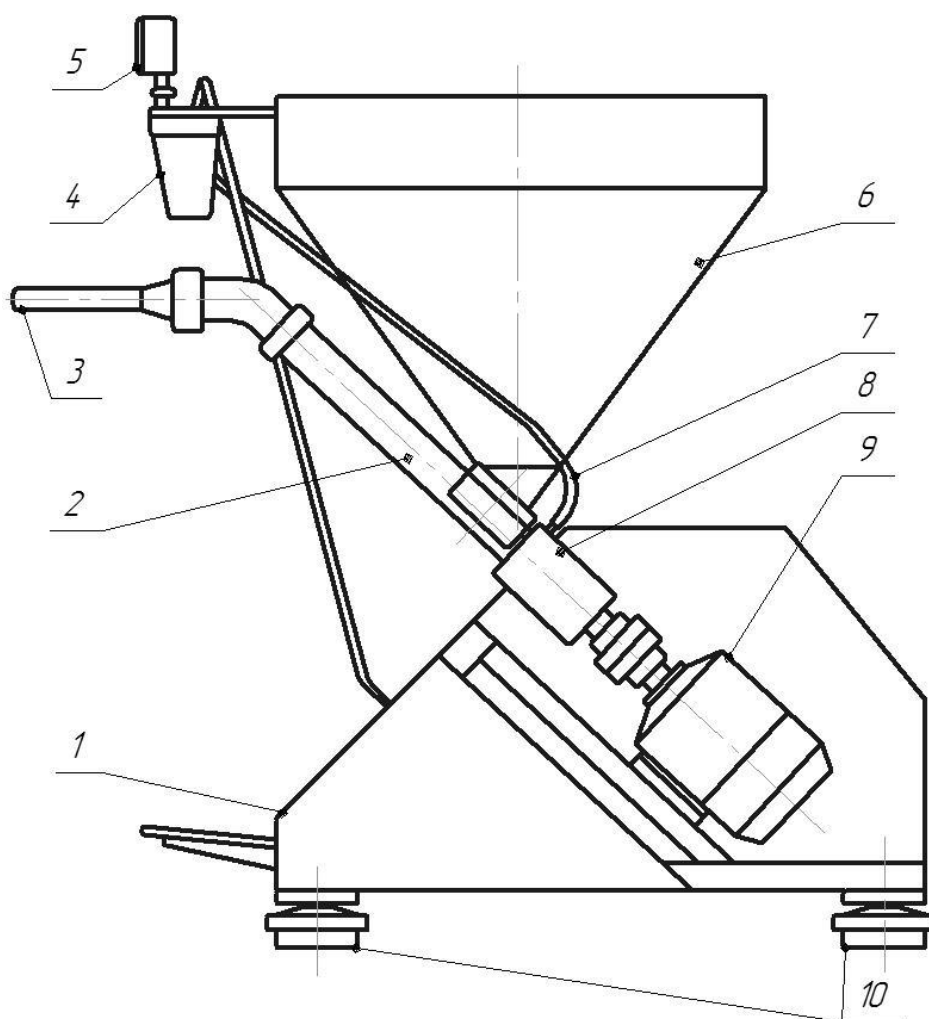


Рисунок 8.1 – Вакуумный шприц Р.2044

1-станина; 2-цилиндр рабочего шнека; 3-цевок; 4-стакан отстойный; 5-вакуумметр; 6-бункер приемный; 7-шланг вакуумный; 8-подшипниковый узел; 9-электродвигатель; 10-опора.

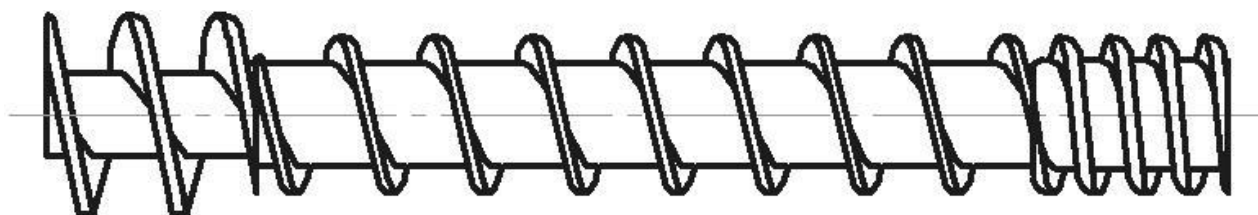


Рисунок 8.2 – Шприц Р.2044. Рабочий шнек



здаваемого вакуумной системой, поступает внутрь рабочего цилиндра, где захватывается шнеком и нагнетается в цевку и в оболочку.

Обслуживание: после работы разбирают, моют, протирают. Освобождают стакан-отстойник, шланги продувают

Таблица 8.1–Техническая характеристика шприцов

Параметр	ФШ2-ЛМ	Р.2044
Количество шприцов (цевков) на одной машине	2	1
Производительность машины (2х цевков) кг/ч	1200	700
Количество шнеков на один шприц	2	1
Частота вращения шнеков, с <sup>-1</sup>	10	24
Количество вакуумных головок, шт	2	1
Вакуум, кПа	80	50
Вместимость бункера, л	200	150
Установленная мощность ЭД, кВт	6,0	4,0
Частота вращения ротора ЭД, мин <sup>-1</sup>	1410	1410

## 8.6 Последовательность выполнения лабораторной работы

- 1) Убедиться в отключении от электрической сети. Изучить устройство шприца. На свой рисунок нанести габаритные размеры шприца.
- 2) Разобрать шприц, изучить устройство рабочего шнека. Измерить все размеры шнека и нанести их на свой эскиз. Зачернить кромки винтов рабочего шнека, на один оборот «накатать» шнек на лист миллиметровой бумаги, измерить или рассчитать угол подъема винта шнека. Измерить длину и внутренний диаметр рабочего цилиндра и цевки.
- 3) Начисто вытереть шнек, собрать шприц.
- 4) Выполнить расчет производительности шнека и мощности электродвигателя. Полученные результаты сравнить с паспортными данными.

Таблица 8.2 – Результаты измерений по шприцу Р2044

Параметр	Значение
$D_{\text{цил}}$ – внутренний диаметр цилиндра, мм	
$L_{\text{цил}}$ – длина цилиндра, мм	
$Z_{\text{шн}}$ – число шнеков, шт	
$D_{\text{шн1}}$ – наружный диаметр шнека на 1м участке, мм	
$t_{\text{шн1}}$ – шаг шнека на 1м участке, мм	
$D_{\text{шн2}}$ – наружный диаметр шнека на 2м участке, мм	
$t_{\text{шн2}}$ – шаг шнека на 2м участке, мм	
$D_{\text{шн3}}$ – наружный диаметр шнека на 3м участке, мм	
$t_{\text{шн3}}$ – шаг шнека на 3м участке, мм	
$\alpha_3$ - угол подъема винтовой линии на 3м участке	
$n_{\text{шн}}$ – частота вращения шнека, $\text{с}^{-1}$	
$d_{\text{шн1}}$ – наружный диаметр шнека на 1м участке, мм	
$d_{\text{шн2}}$ – наружный диаметр шнека на 2м участке, мм	
$d_{\text{шн3}}$ – наружный диаметр шнека на 3м участке, мм	
$D_1$ – диаметр шкива на электродвигателе, мм	
$D_2$ – диаметр шкива на рабочем шнеке, мм	
$P_{\text{ном}}$ – мощность электродвигателя, кВт	
$n_{\text{эд}}$ – частота вращения ротора электродвигателя, $\text{мин}^{-1}$	

## 8.7 Расчет производительности и мощности привода шнека

1) Производительность шнекового шприца рассчитываем на основе формулы производительности шнекового нагнетателя. В расчет принимаем размеры 3 го участка шнека.

$$P_c = \frac{\pi}{4} (D_{\text{шн3}}^2 - d_{\text{шн3}}^2) \cdot t_{\text{шн3}} \cdot n_{\text{шн}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \rho_{\text{ф}} / \cos \alpha, \text{ кг/с} \quad (8.1)$$

где  $D_{\text{шн3}}$ ,  $d_{\text{шн3}}$  и  $t_{\text{шн3}}$  - наружный, внутренний диаметры и шаг шнека на третьем участке, м;

$n_{\text{шн}}$  – частота вращения шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий неполное заполнение межвиткового объема шнека,  $K_1 = 0,50-0,65$ ;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий уменьшение производительности из-за работы шнека на подъем и сужение потока при вхождении в цевок,  $K_2 = 0,110-0,125$ ;

$\rho_{\text{ф}}$  – плотность фарша,  $\rho_{\text{ф}}=900-1000 \text{ кг/м}^3$ ;

$\alpha_3$  - угол подъема винтовой линии шнека на третьем участке.

- 2) Необходимую мощность электродвигателя шприца определяют как сумму мощностей на привод нагнетателя фарша и вакуум-насоса

$$N_{эд} = N_{наг} + N_{вн} \quad (8.1)$$

На нашем шприце вакуум-насос отсутствует, а нагнетатель фарша шнековый. Следовательно, мощность электродвигателя, необходимую для привода нагнетателя, рассчитываем как мощность, затрачиваемую на шнеке. При нагнетании фарша шнеком мощность расходуется на преодоление сил трения фарша о витки шнека и фарша о внутреннюю поверхность цилиндра. Шприц Р.2044 имеет шнек, состоящий из трех участков. Для упрощения расчетов размера среднего участка примем за среднее размеры и распространим на всю длину шнека.

$$N_{наг} = \frac{\pi^2 \cdot n_{шн}}{1,5} \cdot p_0 \cdot Z_v \cdot [(R_{шн2}^3 - r_{шн2}^3) \cdot f_1 + f_2 \cdot t_{шн2} (R_{шн2}^2 - r_{шн2}^2)] \cdot Z_{шн} \cdot \frac{K_{зм}}{\eta_{пер}}, Вт. \quad (8.2)$$

где  $n_{шн}$  – частота вращения шнека,  $c^{-1}$ ;

$p_0$  – давление в фарше за последним витком шнека,

$p_0 = 1,5 \cdot 10^5 - 2,0 \cdot 10^5$  Па.

$R_{шн2}$  и  $r_{шн2}$  – наружный и внутренние радиусы шнека на среднем участке, м;

$Z_v$  – число всех витков шнека, шт;

$f_1$  – коэффициент трения между фаршем и витками шнека,  $f_1 = 0,15$ ;

$f_2$  – коэффициент трения между фаршем и внутренней поверхностью цилиндра,  $f_2 = 0,20$ ;

$Z_{шн}$  – количество шнеков, шт;

$K_{зм}$  – коэффициент запаса мощности,  $K_{зм} = 1,10 - 1,15$ ;

$\eta_{пер}$  – КПД передачи между электродвигателем и шнеком.

Полученное значение  $N_{наг} = N_{шн}$  сравнить с номинальной мощностью электродвигателя, установленным на шприце Р.2044.

Если шприц оснащен индивидуальным вакуум-насосом, то мощность для привода вакуумного насоса рассчитывается по формуле:

$$N_{вн} = \frac{P_v \cdot W \cdot K_{зм}}{\eta_n \cdot \eta_{пер}}, кВт \quad (8.3)$$

где  $P_v$  – величина разряжения, кПа;

$W$  – объемная производительность,  $м^3/с$ .

## **8.8 Контрольные вопросы**

- 1) Назначение шприцов. Место шприцов в технологической линии производства колбасных изделий.
- 2) Техническая характеристика шприца Р.2044 и область его применения.
- 3) Устройство и работа шприца Р.2044.
- 4) Особенность устройства рабочего шнека у шприца Р.2044.
- 5) Назначение и устройство вакуумной системы.
- 6) Правила монтажа, наладки и эксплуатации шприца.
- 7) Устройство и работа схемы энергоснабжения, управления и защиты ЭД.
- 8) Методика расчета производительности шприца.
- 9) Методика расчета мощности электродвигателя.

## **8.9 Библиографический список**

- 1 Корнюшко Л.М. Оборудование для производства колбасных изделий. Справочник. – М.: Колос, 1993. – 304с. (см. стр.180)
- 2 Информарготех. Машины и оборудование для переработки мяса. Каталог.- М.: Информарготех, 1996.-140с. (см. стр. 85)
- 3) Фадеев Г.А. Оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Изд. ПП, 1966.-484с.
- 4 Шприц вакуумный Р.2044. Технический паспорт. Опытномеханический завод «Александровский» Владимирской области.
- 5 Галин Н.М. Технологическое оборудование мясной промышленности. Практикум: лабораторные работы – Уфа: БГАУ, 2013.– 95 с.



## **Лабораторная работа №9 ДЫМОГЕНЕРАТОРЫ**

### **9.1 Цель работы**

Изучить устройство, работу, техническую характеристику, правила эксплуатации и наладки, методику расчета дымогенератора.

### **9.2 Содержание работы**

Технологическое значение копчения мясных продуктов, способы получения дыма для копчения, устройство и работа дымогенератора Д9-ФД2Г, его техническая характеристика, правила эксплуатации и наладки, методика расчета.

### **9.3 Оснащение рабочего места**

Дымогенератор Д9-ФД2Г, технический паспорт дымогенератора, учебный плакат, штангенциркуль, стальная рулетка или метр с миллиметровыми делениями, калькулятор, тахометр.

### **9.4 Назначение дымогенератора**

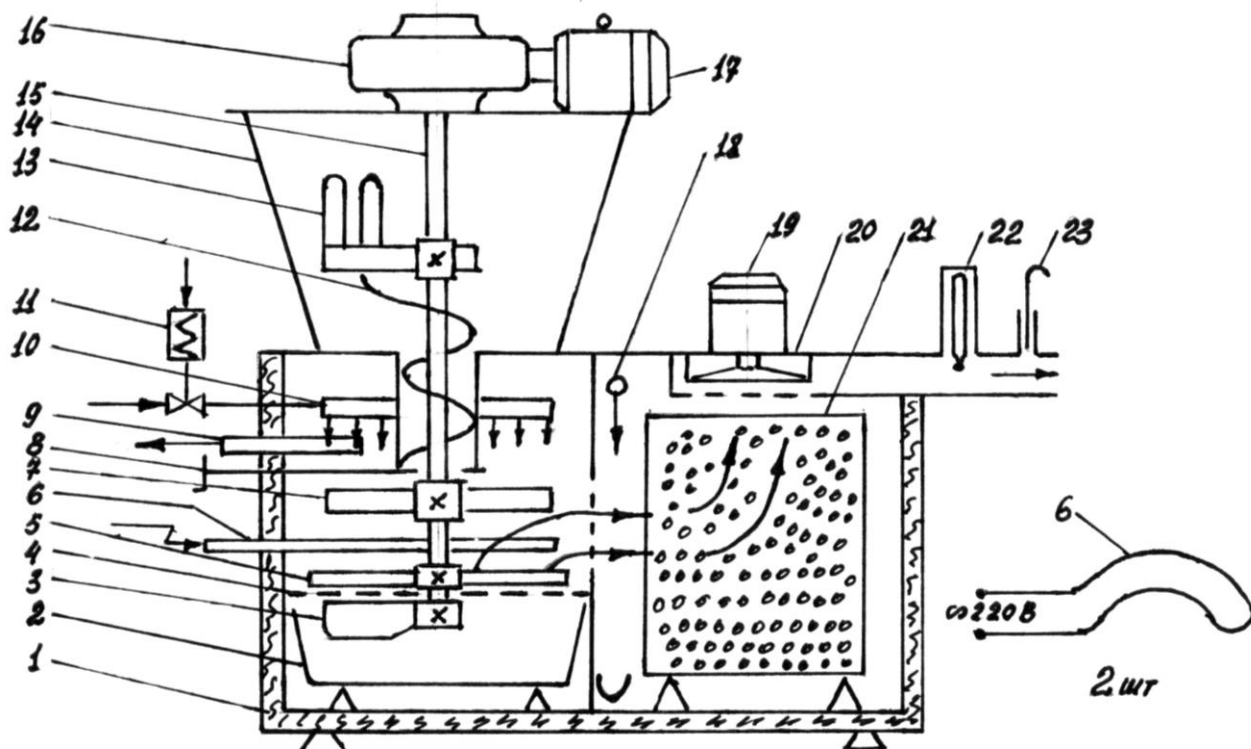
Дымогенераторы предназначены для получения дымовоздушной смеси (или говорят промышленного дыма), которая затем применяется для холодного или горячего копчения колбасных, мясных изделий, птицы и рыбы. Цель копчения указанных продуктов – это, в первую очередь, увеличение возможностей хранения этих продуктов. Копчение значительно улучшает вкусовые качества указанных продуктов и придает им аппетитный аромат. Разумеется, для выполнения качественного копчения необходимо произвести качественный дым. Качество дыма обеспечивается качеством щепы и оптимальной работой дымогенератора.

### **9.5 Устройство дымогенератора**

Дымогенератор Д9-ФД2Г (рисунок 9.1) представляет собой двухсекционный аппарат прямоугольной формы, выполненный в виде двух камер: левая – камера сгорания, правая – камера очистки дыма. Над камерой сгорания смонтирован бункер 14 для загрузки опилок. По центру бункера пропущен вертикальный вал 15, имеющий привод от электродвигателя 17 через червячный редуктор. 16. На вертикальном валу смонтированы (сверху-вниз) ворошитель опилок 13, шнек 12 подачи опилок вниз, нижний ворошитель 7 тлеющих опилок в виде четырех спиралеобразных лопастей, затем крестообразная мешалка 5 для золы и угля и лопатка 3 для выравнивания золы в поддоне 2.

Тление опилок обеспечивается двумя ТЭНами – трубчатыми электронагревательными элементами 6. Возможность загорания опилок и щепы пламенем контролируется термодатчиком 9. Гашение пламени производится впрыскиванием воды из оросителя 10 через электромагнитный клапан 11. Очистка дыма от канцерогенных, смолистых веществ, дегтя и золы производится при

прохождении водяной завесы 18 и корзины 21 с полуфарфоровыми колечками. Очищенный дым вентилятором 20 подается в термокамеру



**Рисунок 9.1 – Дымогенератора Д9 – ФД2Г:**

1 – корпус; 2 – поддон для золы; 3 – лопатка; 4 – колосниковая решетка; 5 – мешалка; 6 – трубочный электронагреватель; 7 – ворошитель; 8 – рукоятка дозатора опилок; 9 – датчик термореле; 10 – ороситель; 11 – электромагнитный клапан; 12 – шнек; 13 – ворошитель; 14 – бункер; 15 – вертикальный вал; 16 – червячный редуктор; 17 – электродвигатель ворошителя; 18 – труба водяной завесы; 19 – Электродвигатель вентилятора; 20 – вентилятор; 21 – корзина; 22 – термометр; 23 – заслонка.

### **9.6 Работа дымогенератора Д9-ФД2Г**

В начале смены проверяют наличие давления воды, напряжение электроэнергии, исправность заземления, достаточность количества опилок и щепы. На холостом ходу проверяют работу ворошителя, вентилятора. Устанавливают на реле времени длительность впрыскивания воды на гашение пламени.

В бункер загружают опилки и щепу. При работающем ворошителе, 13 рукояткой 8 устанавливают дозу подачи опилок и щепы на поджог и тление. В дальнейшем при работе дымогенератора следят за уровнем опилок в бункере.

Дымогенератор обеспечивает дымом одну термокамеру. Поэтому момент включения дымогенератора в работу надо согласовать с ритмом работы термокамеры, именно к началу копчения дымогенератор должен быть прогретым.

В процессе работы дымогенератора важным является получение дымовоздушной смеси необходимой концентрации. Для соблюдения соотношения дымовоздух на поддувальной дверцы для приоткрытия или при закрытия заслонки поступления воздуха установлен пропорциональный электродвигательный ис-

полнительный механизм марки ПР-1М (на рисунке 9. не показан). При увеличении подачи дыма в термокамеру ЭДИМ ПР-1М приоткрывает заслонку подачи воздуха в камеру сгорания.

Опилки выходящие из дозатора 8 ворошителем 7 распределяются на поверхность ТЭНов. Тление с дымом происходит засчет контакта опилок и щепы с раскаленной поверхностью ТЭНов. При возгорании с пламенем термодатчик 9 передает сигнал на пульт управления: через реле времени и промежуточное реле команда поступает на электромагнитный клапан 11, который открывается и подает воду в ороситель 10. Клапан 11 остается открытым в течение..... минут, которые заданы реле времени.

Тление опилок и щепы происходит на колосниковой решетке 4. Зола и пепел крестообразной мешалкой 5 направляются через решетки вниз, лопаткой 3 зола выравнивается поддоне 2. Полученный дым протягивается через водяную завесу 18 и через корзину 21 с полуфарфоровыми смоченными колечками. При протягивании дым очищается от канцерогенных, смолистых веществ, от золы и дегтя. На выходе из камеры очистки термометром 22 контролируется температура дыма. Взамен термометра лучше устанавливать электроконтактный термометр ЭКМ, который может сигнализировать о повышении температуры дыма.

При использовании дымогенератора для холодного копчения между дымогенератором и термокамерой надо устанавливать кондиционер, который обеспечивает охлаждение и очистку дыма для холодного копчения.

Таблица 9.1 – Техническая характеристика дымогенератора Д9-ФД2Г

Параметр	Значение
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	515
Время начала загорания опилок, мин	4-6
Температура дыма, °С	30-60
Расход опилок, кг/ч	13-23
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	0,01
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	0,14
Напряжение, В	380
Мощность ЭД ворошителя, кВт	0,55
Мощность ЭД вентилятора, кВт	0,55
Мощность ТЭНов, кВт	3,20
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	1,31
Габаритные размеры, м	1,26x0,85x1,57
Масса, кг	650

## 9.6 Монтаж дымогенератора

Дымогенератор в мясокомбинат доставляется в ящике в собранном виде. Первым делом проверяют комплектность аппарата и исправность всех деталей и узлов.

Дымогенератор, также как термокамера, устанавливается в варочном отделении мясокомбината поблизости той камеры, которую он будет обеспечивать

дымом. Для установки дымогенератора устраивают бетонный постамент высотой 150-200 мм с горизонтальной поверхностью.

Установленный на постамент дымогенератор соединяет с контуром заземления, с линиями снабжения электрической энергией с водо – и паропроводом и канализацией для слива воды при мойке дымогенератора. Главное, дымогенератор трубой из оцинкованной жести соединяют с термокамерой. Если дымогенератор предназначен для работы при холодном копчении в комплекте с климатической камерой, то между ними устанавливают кондиционер для очистки и охлаждения дыма.

После монтажа в первую очередь проверяют электротехническую часть и автоматику: сопротивление изоляции, контур заземления, правильность схемы, направление вращения электродвигателей. Затем проверяют на работоспособность механической и гидравлической частей дымогенератора.

Выполняют пробную эксплуатацию, при хороших результатах приемная комиссия подписывает акт приема дымогенератора в эксплуатацию.

### **9.7 Технический уход для дымогенератором**

К работе на дымогенераторе допускается обученный персонал. К концу смены бункер загружать так, чтобы при завершении копчения опилки израсходовались полностью.

Дымогенератор выключить от электросети, остудить, вычистить, вымыть фильтр водой без его выемки, убрать золу, вычистить колосниковую решетку.

Еженедельно проверять сопротивление изоляции на электрических проводах, фильтр вымыть содовыми растворами с выемкой корзины, проверить уровень масла на редукторах, проверить электрическую схему, контур заземления, точность действия ЭДИМ ПР-1М.

После работы в течение 1го года разобрать, составить дефектную ведомость, выполнить необходимый ремонт.

### **9.8 Последовательность выполнения лабораторной работы**

- 1) Выключить дымогенератор от электрической сети.
- 2) Изучить устройство дымогенератора по методичке и по образцу.
- 3) Снять и записать все размеры, в таблицу 8.2.
- 4) Вручную вращая крыльчатку ЭД-17 определить передаточное число червячного редуктора 16.
- 5) Поднести горящую газету к датчику 9 термореле, убедиться в срабатывании электромагнитного клапана 11.
- 6) Включить дымогенератор к электрической сети, последовательно в холостую включить ЭД ворошителя, затем – вентилятора.
- 7) Выполнить расчеты, оформить и защитить работу.

Таблица 9.2 – Результаты измерений по дымогенератору

№	Параметр	Значение
1	Бункер: $D_6$ – верхний диаметр, м $d_6$ – нижний диаметр, м $H_6$ – высота, м	
2	Верхний ворошитель (поз.13) $R_v$ – полный радиус, м $R_{v\text{ ср}}$ – средний радиус, м	
3	Нижний ворошитель (поз. 7) $D_{нв}$ – полный диаметр, м $R_{нв\text{ ср}}$ – средний радиус, м $Z_{нв}$ – число лопастей, шт	
4	Мешалка 5 (поз. 5) $D_m$ – полный диаметр, м $R_{m\text{ ср}}$ – средний радиус, м $Z_m$ – число лопастей	
5	Шнек (поз. 12) $D_{шн}$ – наружный диаметр, м $d_{шн}$ – диаметр вала, м $t_{шн}$ – шаг, м $Z_{шн}$ – число витков в трубе, шт	
6	ЭД (поз. 12) $P_{ном}$ – номинальная мощность, кВт. $n_{эд}$ – частота вращения, мин <sup>-1</sup>	
7	Червячный редуктор (поз. 16) $i_{чр}$ – передаточное число $\eta_{чр}$ – КПД	
8	Вентилятор (поз. 20) $n_v$ – частота вращения, мин <sup>-1</sup> $D_v$ – диаметр ротора, м $P_{ном}$ – номинальная мощность ЭД, кВт.	
9	Выхлопный патрубок $a$ – ширина, м $n$ – высота, м	
10	Схема дымопровода: кол-во поворотов, шт кол-во распределителей, шт кол-во боковых отвлений, шт	

### 9.9 Расчетные формулы

Для выбора вентилятора в дымогенератор расчетом определяем необходимое давление дымовоздушной смеси и объемную производительность вентилятора.

1) Расчет общей потери давления по схеме движения дымовоздушной смеси

$$\Delta\rho_{общ} = \sum_{i=1}^n \Delta\rho_i, \text{ Па} \quad (9.1)$$

где  $\Delta\rho_i$  – потеря давления на определенном местном сопротивлении.

$$\Delta\rho_i = \xi_i \cdot \rho_d \quad (9.22)$$

где  $\xi_i$  – коэффициент потери давления на определенном местном сопротивлении: для вентилятора  $\xi_v = 0,1 - 0,4$  для воздухораспределителя  $\xi_p = 4 - 7$ ; для бокового ответвления  $\xi_{б.о.} = 7 - 9$ ;

$\rho_d$  – динамический напор.

$$\rho_d = 0,5v^2\rho/g, \text{ Па} \quad (9.33)$$

здесь  $v$  – скорость движения дымовых газов, м/с;

$\rho$  – плотность дымовых газов, кг/м<sup>3</sup>;

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

Полный перепад давления определяем суммой

$$\rho_{\Pi} = \rho_v + \Delta\rho_{общ}, \text{ Па} \quad (9.4)$$

где  $\rho_v$  – разрежение на всасывание воздуха в дымогенератор, Па

Полное значение необходимого давления определяем с учетом ранее неучтенных потерь давления

$$\rho_n = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \rho_{\Pi}, \text{ Па} \quad (9.5)$$

где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – коэффициенты ранее неучтенных потерь давления,  $\beta_1=1,1$  и  $\beta_2=1,2$ .

2) Объемную производительность определяют исходя из технологической потребности подачи дыма

$$P_{об} = W_{тех} \cdot K_{зп}, \quad (9.6)$$

где  $W_{тех}$  – объем подачи дымовой смеси в термокамеру, задает технолог, м<sup>3</sup>/с;

$K_{зп}$  – коэффициент запаса по производительности,  $K_{зп} = 1,2$ .

Тогда действительная скорость движения дымовой смеси

$$v_d = W_{тех} : S_{тр}, \text{ м/с} \quad (9.7)$$

где  $S_{тр}$  – площадь поперечного сечения трубопровода дымовой смеси, м<sup>2</sup>.

3) Необходимую мощность электродвигателя на приводе вентилятора определяем по формуле

$$N_{эд} = \frac{\rho_n \cdot P_{общ} \cdot K_{зм} \cdot 10^{-3}}{\eta_v}, \text{ кВт} \quad (9.8)$$

где  $K_{зм}$  – коэффициент запаса мощности,  $K_{зм} = 1,10-1,15$ ;

$\eta_v$  – КПД вентилятора,  $\eta_v = 0,70-0,90$

Полученное значение  $N_{эд}$  сравнить с  $\rho_{ном}$  – номинальной мощностью ЭД на вентиляторе.

4) Расход опилок рассчитываем по формуле производительности шнека

$$P_{оп} = \frac{\pi}{4} (D_{шн}^2 - d_{шн}^2) t_{шн} \cdot n_{шн} \cdot K_3, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (9.9)$$

где  $D_{шн}$  – наружный диаметр витков шнека, м;

$d_{шн}$  – диаметр валя шнека, м;

$t_{шн}$  – шаг шнека, м;

$n_{\text{шн}}$  – частота вращения шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;

$K_3$  – коэффициент заполнения витков шнека,  $K_3 = 0,4 - 0,5$ .

$$n_{\text{шн}} = n_{\text{эд}} : i_{\text{чр}}, \text{ мин}^{-1} \rightarrow \text{с}^{-1} \quad (9.10)$$

где  $n_{\text{эд}}$  – частота вращения ротора ЭД на приводе ворошителя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$i_{\text{чр}}$  – передаточное число червячного редуктора.

4) Необходимая мощность ЭД на приводе ворошителя

$$N_{\text{эд}} = \frac{(N_{\text{вв}} + N_{\text{шн}} + N_{\text{нн}} + N_{\text{мш}} + N_{\text{л}}) \cdot K_{\text{зм}} \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{чр}}}, \text{ кВт} \quad (9.11)$$

где  $N_{\text{вв}}$  и  $N_{\text{нн}}$  – мощности, затрачиваемые на работу верхнего и нижнего ворошителей (13 и 7), Вт;

$N_{\text{мш}}$  и  $N_{\text{л}}$  – мощности, затрачиваемые на работу мешалки 5 и лопасти 3, Вт;

Мощности  $N_{\text{вв}}$ ,  $N_{\text{нн}}$ ,  $N_{\text{мш}}$ ,  $N_{\text{л}}$  рассчитываются по формуле:

$$N_{\text{вв}} = M_{\text{с}} \cdot \omega_{\text{в}}, \text{ Вт} \quad (9.12)$$

где  $M_{\text{с}}$  – момент сопротивления вращения соответствующего рабочего органа

$$M_{\text{с}} = F_{\text{с}} \cdot R_{\text{ср}} \cdot Z_{\text{ро}}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (9.13)$$

где  $F_{\text{с}}$  – сила сопротивления на одном рабочем органе, Н;

$Z_{\text{ро}}$  – число рабочих органов,  $Z_{\text{вв}} = 1$  шт,  $Z_{\text{нн}} = 4$  шт.

$N_{\text{шн}}$  – мощность, затрачиваемая на работу шнека

$$N_{\text{шн}} = N_{\text{шн}}' + N_{\text{шн}}'', \text{ Вт} \quad (9.14)$$

где  $N_{\text{шн}}'$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения опилок на поверхность витков шнека;

$N_{\text{шн}}''$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения опилок на внутреннюю поверхность цилиндра шнека.

Полученное значение  $N_{\text{эд}}$  сравнить с  $P_{\text{ном}}$  – номинальной мощностью ЭД на приводе ворошителя.

## 9.10 Контрольные вопросы

- 1) Назначение дымогенераторов, технологическое значение копчения мясных продуктов.
- 2) Устройство дымогенератора Д9-ФД2Г.
- 3) Работа дымогенератора Д9-ФД2Г.
- 4) Технический уход за дымогенератором.
- 5) Техника безопасности при эксплуатации дымогенератора.

## 9.11 Библиографический список

- 1 АгроНИИТЭИТО. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК. Том1, часть первая. Мясная промышленность. Каталог. – М.: АгроНИИТЭИТО, 1990.-213с.
- 2 Корнюшко Л.М, Оборудование для производства колбасных изделий. Справочник. – М.; Колос, 1993. – 304с.
- 3 Технический паспорт. Дымогенератор Д9-ФД2Г.
- 4 Галин Н.М. Технологическое оборудование мясной промышленности. Практикум: лабораторные работы – Уфа: БГАУ, 2013.– 95 с.

