

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет перерабатывающих технологий

Кафедра технологии хранения и переработки животноводческой  
продукции

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к выполнению лабораторно-практических работ  
для студентов-бакалавров направления  
35.03.07 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

Краснодар  
КубГАУ  
2019

*Составители:* Н.Ю. Сарбатова, Н.Н. Забашта, А.А. Нестеренко

**Оборудование для переработки животноводческого сырья 1 часть:**  
метод. указания к выполнению лабораторно-практических работ /сост. Н.Ю. Сарбатова, Н.Н. Забашта, А.А. Нестеренко – Краснодар: КубГАУ, 2019 – 71 с.

Методические указания включают: теоретическую часть, цель работы, особенности техники выполнения работы, порядок оформления отчёта о выполнении работы, контрольные вопросы и список рекомендованной литературы.

Методические указания предназначены для студентов-бакалавров направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией факультета перерабатывающих технологий Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 1 от 04.09.2019 г.

Председатель  
методической комиссией

Е.В. Щербакова

- © Сарбатова, Н. Ю., Забашта Н.Н.,  
Нестеренко А.А.,  
составление, 2019
- © ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И.Т. Трубилина», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1	5
Оборудование для разделки туш	
Лабораторная работа №2	19
Оборудование для съемки шкур	
Лабораторная работа №3	27
Фаршемешалка со спиральными шнеками	
Лабораторная работа №4	32
Изучение работы волчка	
Лабораторная работа №5	42
Изучение устройства и работа куттера	
Лабораторная работа №6	49
Изучение устройства и работы шпигорезки	
Лабораторная работа №7	56
Шприц с двухвинтовым вытеснителем	
Лабораторная работа №8	62
«Автоклав – стерилизатор»	

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Перед началом работы в условиях производственной лаборатории студенты изучают правила охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности, правила работы в лабораториях, особо обращая внимание на следующие требования:

Перед входом в лабораторию необходимо надеть специальную одежду. Любые лабораторные исследования без спецодежды запрещены. Не разрешается вносить на территорию лаборатории посторонние вещи, принимать пищу, курить.

Для предупреждения возникновения пожара воспрещается курить, оставлять бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы на шкафах и за шкафами, вблизи электрических приборов. Оставлять не выключенные электроприборы без присмотра. Запрещается хранить в лаборатории легковоспламеняющиеся, взрывчатые и другие огнеопасные вещества без соблюдения действующих правил безопасности.

Преподаватель, ведущий занятия, должен обеспечить выполнение правил работы и охраны труда в лаборатории.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

### **«ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ ТУШ»**

*Цель и задачи работы:* ознакомится с оборудованием для разделки туш скота.

Оборудование для разделки туш скота в соответствии с технологическими процессами можно разделить на следующие группы: оборудование для разборки и инспекции внутренних органов; оборудование для разрубки голов, обрубки рогов и т. п.; оборудование для распиловки туш и полутуш; оборудование для снятия свиной шкурки, пластования шпика и резки мясного сырья.

#### **Оборудование для разборки и инспекции внутренних органов**

Внутренние органы разбирают и инспектируют на конвейерных столах: пластинчатых — для крупного рогатого скота, чашечных — для свиней и мелкого рогатого скота. Внутренние органы укладывают на столы против той туши, из которой они извлечены. Движение конвейерных столов должно быть синхронным, чтобы при ветеринарном осмотре было известно, какой туше принадлежат внутренности. При убое скота на бесконвейерных линиях внутренние органы укладывают на производственные столы или тележки.

Прием, разборку и инспекцию внутренностей при нутровке крупного рогатого скота на подвесном конвейере выполняют на конвейерных столах К7-ФИ1-А производительностью от 250 до 1000 голов в смену при ширине ленты стола 1000 мм и ее скорости от 0,016 до 0,06 м/с. Для обработки свиней и мелкого рогатого скота используют столы конвейерные К7-ФИ1-Б производительностью от 500 до 2000 голов свиней в смену и 1000— 2500 бараньих туш в смену. Скорость движения конвейерной ленты при ширине 500 мм для различных модификаций стола составляет от 0,016 до 0,06 м/с.

#### **Оборудование для разрубки голов, снятия рогов**

Отделение голов от туши производят специальным резаком, имеющим два серповидных ножа с односторонней заточкой, сжимающимися и разжимающимися с усилием до 100 кН посредством возвратно-

поступательного хода штока гидроцилиндра; резак позволяет производить до 950 разрезов в 1 час.

*Резак для отделения головы и ножек от тушек птиц* имеет один подвижный нож и пневмопривод. Рабочий держит резак рукой за корпус и управляет подачей воздуха в пневмоцилиндр нажатием специального рычага, давление воздуха – 0,6 МПа, масса 2 кг.

*Машина для разрубки голов* имеет корпус, в котором устанавливают гидроцилиндр, стол, нож, электрооборудование.

После пуска машины берут голову животного за челюсть, нажимают ногой за педаль, голову укладывают на стол до упора в стенку. Мозговая часть должна находиться под вырезом ножа. При отпуске педали прижимы сходятся, голова захватами фиксируется на столе. Двумя руками одновременно нажимают кнопки на корпусе машины, стол с головой движется вверх под нож, голова разрубается, стол автоматически опускается в нижнее положение. Нажимают на педаль, разрубленная голова освобождается, её снимают на стол для извлечения мозга и гипофиза, а на стол укладывают следующую голову.

*Машина для обрубки рогов.* Подвижный нож машины получает движение от кривошипно-шатунного механизма и совершает до 19 рабочих ходов в минуту. При левом крайнем положении ножа между кромками образуется пространство, в которое вставляется рог, отрезаемый при сжатии ножей.

*Машина Гб-ФРА для разрубки голов* (рисунок 1а) имеет корпус из листового и углового проката. В нем устанавливают гидроцилиндр, стол, нож и электрооборудование, на гидробаке — привод гидростанции и гидрораспределительный блок. Устройство для перемещения фиксаторов состоит из гидроцилиндра, специальных кулачков с тягами и планками. Гидрораспределительный блок включает металлическую плиту, гидрораспределители и предохранительный клапан. Привод гидростанции состоит из электродвигателя и насоса, соединенных между собой муфтой. Осветитель и светоприемник фотоэлектронного реле служат для ограждения рабочей зоны. Ограждение и щиток из органического стекла предохраняют

рабочего от разбрызгиваемой крови и отскакиваемых раздробленных частей из рабочей зоны. Педаль изготовлена из трубы и служит для включения гидрораспределителя с целью перемещения фиксаторов.

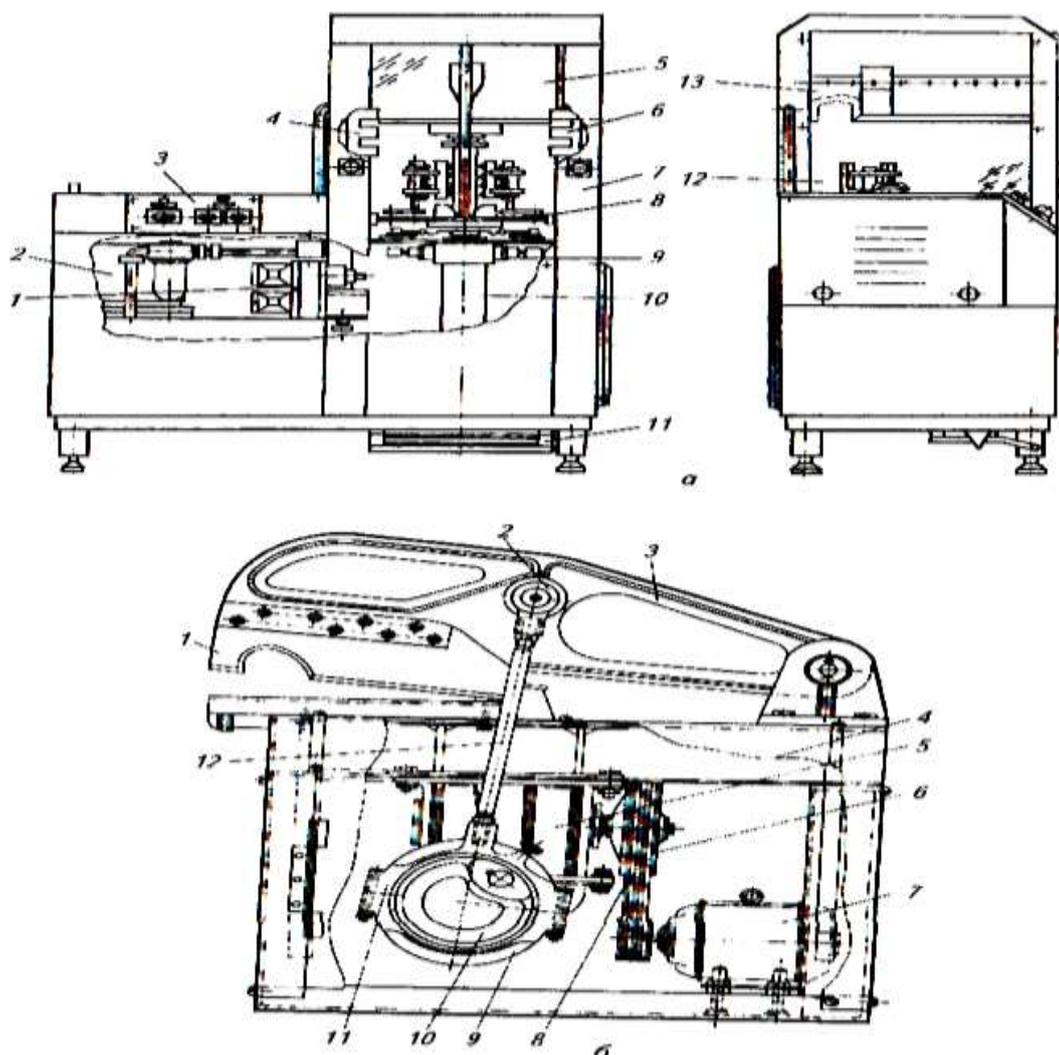


Рисунок 1 – Машины для разрубки голов:

а – машина Гб-ФРА: 1 – блок гидрораспределительный; 2 – привод гидростанции; 3 – электрооборудование; 4 – осветитель; 5 – щиток; 6 – реле фотоэлектронное; 7 – корпус; 8 – стол; 9 – устройство для перемещения фиксаторов; 10 – гидроцилиндр; 11 – педаль; 12 – ограждение; 13 – нож;

б – машина А-48-10М: 1 – нож; 2, 9, 11 – головки шатуна; 3 – ножевая траверса; 4 – станина; 5 – редуктор; 6 – шкив-маховик; 7 – электродвигатель; 8 – клиновой ремень; 10 – эксцентрик; 12 – шатун

После пуска машины берут голову животного за челюсть, нажимают ногой на педаль (при этом должны разойтись прижимы) и укладывают ее на стол до упора в стенку, мозговая полость должна находиться под вырезом ножа. При отпуске педали прижимы сходятся, голова захватами

фиксируется на столе. Двумя руками одновременно нажимают кнопки на корпусе машины, стол с головой движется вверх под нож, голова разрубается, стол автоматически опускается в нижнее положение. Нажимают на педаль, разрубленная голова освобождается, ее снимают со стола и укладывают на стол следующую голову.

*Машина А-48-10М для разрубки голов* (рисунок 2) состоит из станины со столом, режущего механизма с ножевой траверсой, шатуна с головками, привода, состоящего из электродвигателя, редуктора, шкива с клиновыми ремнями и эксцентрика.

Для разрубки голову укладывают на стол и ножом продольно разрезают. Нож машины совершает до 20 колебаний в 1 мин и имеет высоту подъема 420 мм. При разрубке крупных голов нож иногда не прорубает их и останавливается. Это происходит в результате несогласованности работы ножа и шатуна.

*Машина МСК-1 для снятия копыт* имеет нижнюю и верхнюю рамы, на которых укреплены все рабочие органы машины. С боковых сторон машина закрыта щитками из листовой стали. На верхней раме смонтирован механизм для снятия копыт, который включает в себя неподвижную опору с жестко закрепленной рифленой накладкой и балансир. Движение балансира осуществляется от привода через эксцентрик. На длинном плече балансира имеется ролик, свободно вращающийся на оси. На коротком плече балансира имеется верхняя рифленая накладка, которая при качании балансира сближается с нижней рифленой накладкой и отделяет копыто от путового сустава.

Привод машины расположен на нижней раме станины и состоит из электродвигателя и червячного редуктора, соединенных эластичной муфтой. На тихоходном валу редуктора насажен эксцентрик, который через ролик приводит в качательное движение балансир. Эксцентрик и ролик закрыты сварным кожухом из листовой стали.

## Пилы и установки для распиловки туш и полутуш

Для распиловки туш скота применяют переносные и стационарные пилы и установки непрерывного действия. Переносные пилы могут быть ленточными, дисковыми или цепными с электро-, пневмо- или гидроприводом.

При работе с переносными пилами требуется большая осторожность, внимание, а также достаточные физические данные, так как рабочий, обслуживающий пилу, воспринимает на себя усилие подачи и резания.

На рисунке 2 представлен общий вид электропилы EFA-44 фирмы EFA (Германия), предназначенная для разделения туш крупного рогатого скота на полутуши. Распиловка одной туши производится за 20 – 40 с при производительности 130 туш/час. Через вентиль 9 подается дезинфицирующий раствор для мойки пилы. Главным недостатком пильных полотен с возвратно-поступательным движением является их продольное сжатие при толкающем ходе (вперед). Для избежания потери устойчивости полотен предусматривают промежуточные опоры и увеличивают толщину пластинчатого ножа. Однако, в последнем случае увеличивается ширина пропила, а, значит, и объём безвозвратных потерь мясокостного сырья в виде стружки.

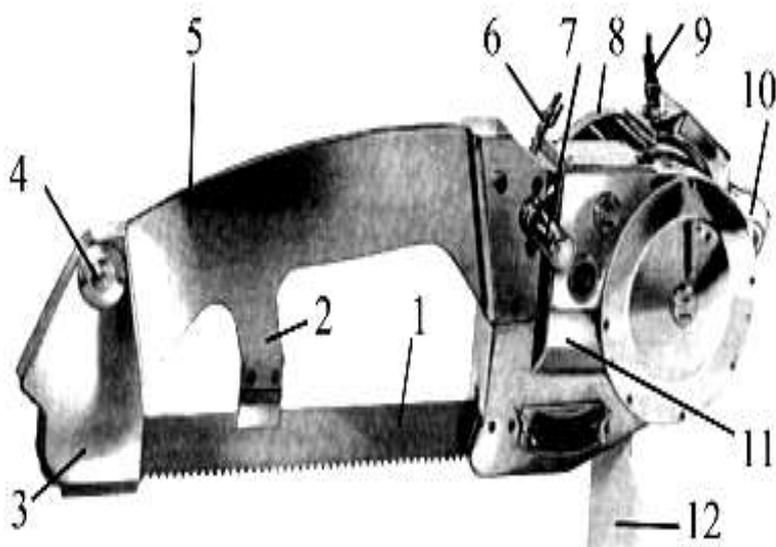


Рисунок 2 – Электропила с маятниковым креплением пластинчатого ножа:  
1 – пильное полотно;  
2 – промежуточная опора; 3 – опорная головка; 4 – ось;  
5 – лучок; 6 – вентиль для подачи воды;  
7 – передняя рукоятка;  
8 – электродвигатель;  
9 – электрокабель;  
10 – задняя рукоятка;  
11 – корпус;  
12 – защитный фартук

Переносные ленточные пилы применяют для продольной распиловки туш крупного рогатого скота и свиней на полутуши, вскрытия грудной клетки, распиловки крестцовой кости. Туши крупного рогатого скота распиливают на

полутуши со стороны спины. Линия разреза проходит сверху вниз на 7-8 мм вправо от средней линии позвоночника. Свиные туши распиливают посередине позвоночника.

### *Дисковые пилы*

Переносные дисковые пилы используются для распиловки свиных туш на полутуши, разделки свиных отрубов, разрезания рёбер, разделки передних четвертин крупного рогатого скота и др. Они имеют большую производительность, чем ленточные, дают ровную поверхность среза, небольшое количество дроблёных костей и обеспечивают большую безопасность при использовании. Пилы оснащены устройством мгновенной остановки диска.

Современные дисковые ножи различаются по назначению, имеют различные размеры полотна, форму и шаг зубьев. Форма режущей кромки дискового ножа может быть как гладкой, так и зубчатой. Ее предусматривают как по внешнему, так и по внутреннему контуру кольцевого диска. Диаметр дисковых ножей в зависимости от выполняемой операции может быть от 20 до 720 мм, в т.ч. для переносных дисковых пил от 160 до 720 мм с глубиной пропила от 55 до 305 мм. Привод диска может быть электромеханическим или пневматическим.

Применение дисковых полотен по сравнению с лучковыми пилами возвратно–поступательного движения полотна исключает вредное вибрационное воздействие на рабочего, присущее кривошипно–шатунным механизмам.

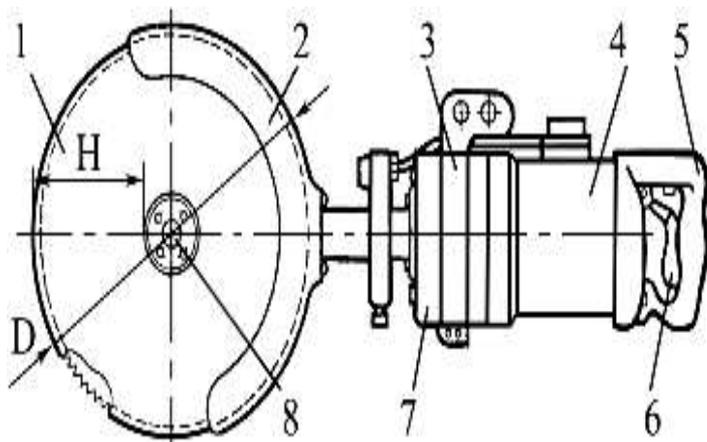


Рисунок 3 – Общий вид дисковой переносной пилы с электроприводом:

- 1 – дисковый нож; 2 – кожух;
- 3 – кронштейн для подвески;
- 4 – электродвигатель; 5 – рукоятка;
- 6 – рычаг управления; 7 – корпус;
- 8 – вал

В мясной промышленности дисковые ножи характеризуются высокой производительностью, ровной поверхностью среза, незначительным количеством дробленых костей при резании мясокостного сырья. Движение ножа в зависимости от его назначения может быть вращательным, вращательно–поступательным, планетарным, качательным, вибрирующим и т. п.

Дисковые ножи с расположением режущей кромки лезвия по окружности несложны в изготовлении и удобны в эксплуатации.

*Геометрические размеры режущих дисков и усилие сопротивления резанию*

Минимальный диаметр зубчатого диска (рисунок 4) можно определить по формуле:

$$D \geq 2 (h + r_{ш} + c) , \quad (1)$$

где  $h$  – наибольшая высота продукта, м;

$r_{ш}$  – радиус шайбы крепления диска на валу, м;

$c$  – высота сегмента ножа, выступающего из продукта, м.

Рекомендуется соблюдать следующие соотношения  $r_{ш} = 2,5 \sqrt{D}$  ,  $c \approx 0,1 \cdot D$  или  $c \approx 0,02 - 0,1$  м.

Для дискового ножа с гладким лезвием

$$D \geq 2 (h + c) / (1 - \sin \rho) , \quad (2)$$

где  $\rho$  – угол трения продукта о направляющие или рабочие полотна продукта, град; целесообразный угол резания составляет  $8 - 15^\circ$ .  $f = \operatorname{tg}$

$\beta$  – коэффициент трения продукта о материал направляющих

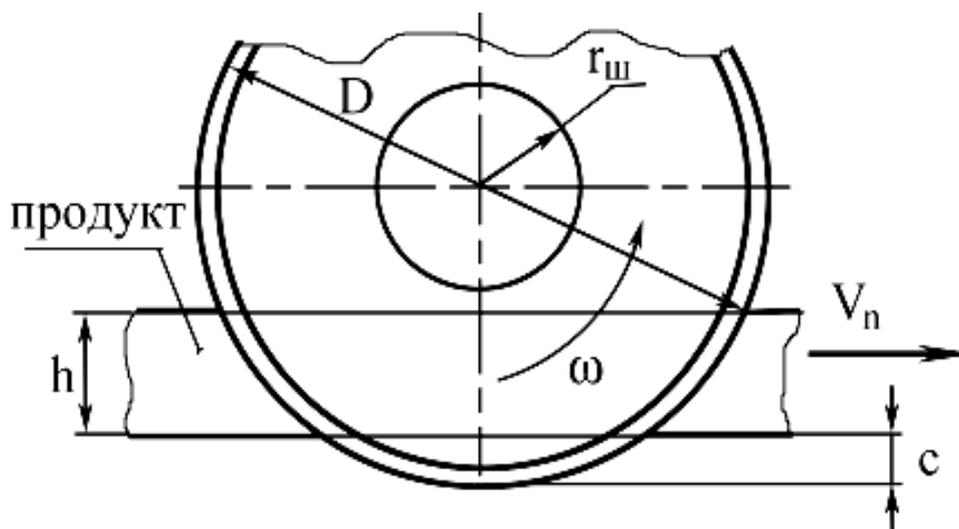


Рисунок 4 – Схема к определению диаметра дискового ножа

#### *Условия резания дисковыми ножами*

Оптимальным режимом резания считают режим с наименьшей амплитудой и частотой колебаний дискового ножа. Для этого рекомендуют:

- увеличение диаметра шайб жесткости;
- увеличение частоты вращения;
- уменьшение диаметра диска.

При выборе толщины диска следует иметь в виду, что с её увеличением амплитуда колебаний уменьшается, но повышается частота.

Усилие сопротивления резания и качество среза дисковым ножом в первую очередь зависит от температуры мясопродуктов, окружной скорости ножа  $V_{окр}$  и скорости подачи  $V_n$  материала. Срез получается довольно чистым при соотношении  $V_{окр} / V_n$ , лежащем в диапазоне от 20 до 30.

Чтобы условия резки были благоприятными, рекомендуется выбирать радиус диска в 2,5 – 3 раза больше толщины разрезаемого материала.

Для наилучшего отвода тепла и воздуха из зоны резания ножом мяса и шпика применяют ножи с дополнительными канавками прямоугольного сечения. Нож может иметь дополнительные канавки со стороны заточной фаски. Канавки располагаются радиально и имеют плоское или округлое дно. При двухсторонней заточке канавки рекомендуется размещать со стороны меньшей фаски.

Толщина диска по условиям жесткости принимается равной  $\delta \approx 0,1$  или  $\delta \approx (0,08-0,15)\sqrt{D}$ . Затем корректируется по ГОСТ 980–80. Число зубьев диска зависит от выбранного шага между зубьями  $t$ , м.

$$Z = h / t, \quad (3)$$

где  $h$  – рабочий ход диска (или материала, подаваемого на резание), м.

$$h = \pi D, \text{ м.}$$

*Кольцевые ножи* являются разновидностью дисковых. Режущие инструменты с такими ножами (рисунок 5) представляют собой долговечные, экономичные устройства с высокой производительностью обработки голов крупного рогатого скота и свиней, процессов обвалки (отделения) мясной ткани от кости, печени, обработки рыбы и разделки тушек птицы. Модель с диаметром ножа 29 мм лучше подходит для вырезки мяса в труднодоступных местах на скелете и крыльях индейки, а также с костей свиных голов. При этом обеспечивается большой выход сырья, путём сокращения доли отходов. Модель с диаметром ножа 51 мм является особенно удобной для очистки костей, вырезки колотых ран, век и ушных раковин из свиной туши. Модель с диаметром ножа 63 мм предназначена, прежде всего, для вырезки мяса с шейных костей туш свиней, удаления жирового слоя с окороков свиней и тушек индейки. Производительность повышается по сравнению с ручным способом от 50 до 150 %. Модель с диаметром ножа 76 мм предназначена для удаления жира с лопаток, окороков, полутуш, отделения мышечной ткани. Наибольшее распространение получили модели с диаметром кольцевого ножа 127 мм. Типичные варианты применения: отделение мышечной ткани брюшной части, вырезание челюстных частей и остатков кожи, зачистка (обезжиривание) говяжьих полутуш, резка рёберных частей, шпика, удаление широких жирных слоёв, кожи, грязи, волос, резка рыбы.

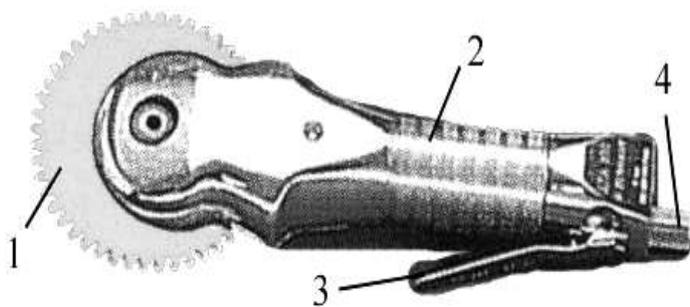


Рисунок 5 – Общий вид дискового механизированного инструмента с пневмоприводом:

1 – нож; 2 – рукоятка; 3 – рычаг управления; 4 – штуцер для подачи воздуха

Механизированный ручной инструмент (МРИ) оснащается электроприводами малой массы при частоте электротока 50 Гц. Общая его масса снижается (до 10 раз) за счёт применения пневмоприводов. Удобство в работе обеспечивается эффективными противовесами пружинного типа.

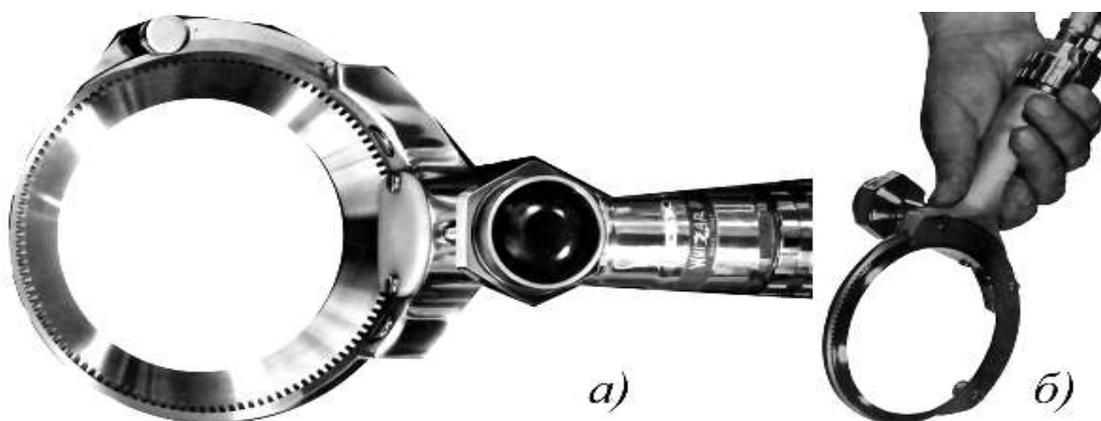


Рисунок 6 – Кольцевой дисковый нож Whizard фирмы Bettcher:

а) вид сверху; б) в рабочем положении

Применение МРИ позволяет снизить трудоёмкость выполняемых операций, травматизм, повысить качество выполнения технологических операций и изменить характер труда рабочих. В ряде конструкций и повышается безопасность работы за счет предусмотренных в МРИ двух рукояток для обеих рук, оснащенных кнопками управления.

*Стационарные пилы* для распиловки туш и полутуш бывают ленточными и дисковыми. Дисковые пилы используют для отделения рогов, кулаков. Наибольшее применение в промышленности получили стационарные дисковые пилы с одним пильным полотном. Такая пила состоит из стола, привода и дискового полотна.

Пилы с ленточными ножами на мясоперерабатывающих предприятиях для распиловки туш и полутуш, приготовления суповых наборов, рагу, разделки корейки и грудинки для обвалки и т. п. широко используют оборудование с режущими ножами в виде замкнутого стального ленточного полотна, одна из кромок которого гладкая заострённая или выполнена с зубьями (рисунок 7).

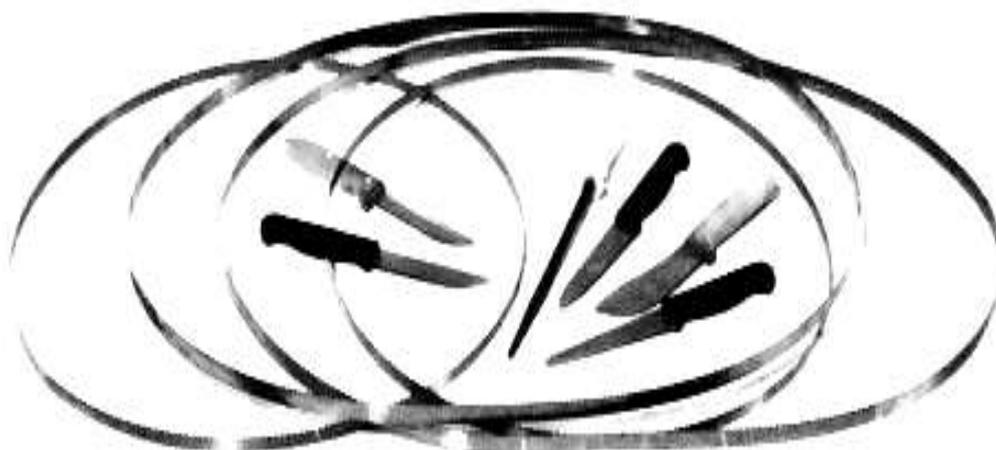


Рисунок 7 – Ленточные ножи с зубьями

Такие устройства (пилы) могут быть переносными (рисунок 8), стационарными (рисунок), двух- и трёхшквивными.

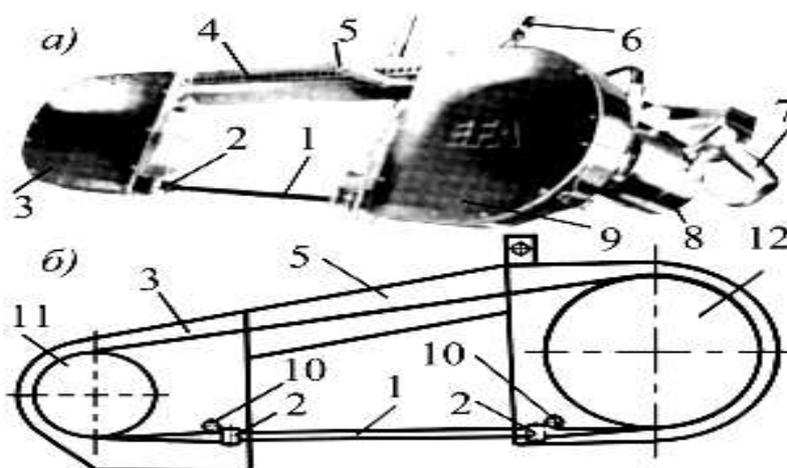


Рисунок 8 – Переносная ленточная пила для распиловки туш скота:

а) – общий вид, б) – схема: 1 – пильное полотно; 2 – поворотные ролики; 3 – головка; 4 – лучок; 5 – боковая рукоятка; 6 – трос; 7 – задняя рукоятка; 8 – электродвигатель; 9 – корпус; 10 – поддерживающие ролики; 11, 12 – шкивы

Скорость бесконечного ленточного ножа может быть в пределах 50 м/с. Скорость подачи обычно не превышает 1 м/с. Благодаря относительно малой ширине ножа силы трения на нем меньше, чем у дисковых ножей. Оптимальная толщина ножей 0,6 – 1,0 мм. С учетом нагрузки на изгиб диаметры шкивов должны быть, по крайней мере, в 100 раз больше толщины ножа. Режущей частью зубчатых лент являются зубья, полотно служит для передачи к ним нагрузки от ведущего шкива. Ширина пропила обычно в (1,5 – 1,8) раза больше толщины полотна вследствие разводки зубьев. При изготовлении ленточных полотен рекомендуется принимать их толщину  $\delta$  в зависимости от диаметра ведущего шкива  $D$  в соотношении  $\delta = D / 1000$  или  $\delta = 0,00125 \cdot L$ , где  $L$  – длина полотна пилы. Диаметр шкивов принимают в зависимости от вылета  $l$ , который в свою очередь зависит от размеров отрезаемых отрубков, но всегда  $D \geq l$ .

На долговечность ленточных ножей большое влияние оказывают правильная установка ножей и состояние шкивов. Шкивы должны располагаться в одной плоскости. Допускаемые осевое и радиальное биение шкивов не должно превышать 0,3 мм. Это необходимо для повышения предела выносливости ленточных ножей. Трение ножа о направляющие должно быть минимальным, чтобы исключить чрезмерное нагревание ножа и образование трещин при изгибе над шкивами.



Рисунок 9 – Общий вид современных стационарных ленточных пил

В ленточных пилах, по сравнению с лучковыми, полностью удаются избежать вибрации, которая передается на руки рабочего и вызывает вибрационную болезнь. Снижаются потери сырья из-за меньшей толщины полотна.

### **Инструмент для разделки туш скота**

Для разделки туш скота применяют ручной и механический инструмент. К ручному инструменту относят секачи, ножи, мусаты и крюки, к механическому — приводные ножи для дообвалки мяса (рисунок 10).



Рисунок 10 – Ножи для разделки туш

Секачи предназначены для деления туш и полутуш на отрубы; ножи ручные применяют для ветеринарных работ, нутровки и ливеровки, отделения кишок от брыжейки, обвалки и жиловки, резки шпика и других технологических операций. Мусаты используют для правки ножей и секачей, крюки — для подтягивания мяса к местам обвалки и жиловки, захвата мяса или шкуры при обрезании клейм и т. п.

Форма режущей части ножей в поперечном сечении имеет вид клина. Обух ножа также выполнен в форме клина в направлении от пятки к вершине ножа. Угол заточки составляет 16—18° при ширине фаски 12—15 мм. Ручки ножей имеют удобную форму, их делают в основном из твердых пород древесины и различных полимерных материалов, стойких к химическому воздействию при санитарной обработке. Нож имеет защитное устройство из пружинной стали или специальную фигурную ручку в целях предотвращения соскальзывания руки во время работы. Масса ножа в зависимости от вида колеблется от 80 до 150 г. Отличительная особенность ножей — наличие на режущей части защитного стального выступа, выполненного заодно с лезвием.

В некоторых конструкциях выступ предусмотрен формой ручки ножа, выполненной в соответствии с анатомическим строением руки человека.

При обвалке мяса рабочий пользуется 2—3 ножами, которые должны быть хорошо наточенными. Так как точка ножей требует определенного навыка, обвальщик обязан научиться хорошо их точить. Через каждые 2—3 мин обвальщик правит нож на мусате. Это делается, когда нож начинает плохо резать и необходимо прилагать дополнительное усилие. Мусаты бывают с гладкой поверхностью и с мелкой насечкой. Гладкие мусаты должны быть хорошо отшлифованы и не иметь раковин или царапин. В начале работы после точки ножа при его правке на мусате нож держат отлого и правят точно по фаске, не делая сильного нажима на мусат. При этом протягивают всю фаску лезвия ножа по мусату. При правке ножей в процессе дальнейшей работы делают небольшой нажим и нож держат несколько круче.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назначение оборудования для разрубки голов, снятия рогов.
2. Для распиловки туш и полутуш, какое применяется оборудование.
3. Принцип действия дисковых пил.
4. Принцип действия стационарных пил.
5. Инструмент для разделки туш скота.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЪЕМКИ ШКУР»

*Цель и задачи работы:* ознакомиться с установками для снятия шкур с туш крупного рогатого скота.

#### **Установки для съемки шкур с туш крупного рогатого скота**

У крупного рогатого скота шкура на большей части поверхности туши соединяется с фасциями через подкожный слой. Однако в некоторых точках поверхностная фасция подходит непосредственно к дерме, и имеются места их прочного срастания. Исходя из этого, ВНИИМПом была установлена необходимость съемки шкуры в двух направлениях: сначала в боковом - с лопаток, шеи, грудной клетки, боков и частично со спины, а затем в продольном - вдоль туши от головы к хвосту. Допустимая предельная скорость съемки в боковом направлении  $V_{б.пр.} = 0,1$  м/с, а в продольном –  $V_{п.пр.} = 0,13...0,17$  м/с. По этому принципу сконструированы большинство отечественных и ряд зарубежных установок. По виду рабочего органа установки для съемки шкур с туш крупного рогатого скота делятся на три группы: тросовые, цепные и барабанные.

**Тросовые установки.** Тросовые установки бывают с жесткой направляющей или без нее. Схема тросовой установки без жесткой направляющей показана на рисунке 11а. Забелованную тушу, подвешенную за задние ноги на подвесном пути, крепят за передние ноги и шею к фиксатору 5. При фиксации производится натяжение туши с усилием, составляющим 20...25 % максимального натяжения съемки. Натяжение позволяет упрочнить каркас туши и избежать появления складок перед линией раздела. Забелованные края шкуры прикрепляют к тросу 4, который вначале перекидывают через блок 1 и наматывают на барабан лебедки 8. В этом положении происходит боковая съемка. Затем трос снимают с блока 1, натяжение производится вдоль туши через блок 2, и происходит продольная съемка. После съемки включается реверсивный ход лебедки, и шкура опускается на приемный стол. Эта

установка имеет незначительную производительность - до 30 туш в 1 ч за счет длительных вспомогательных операций.

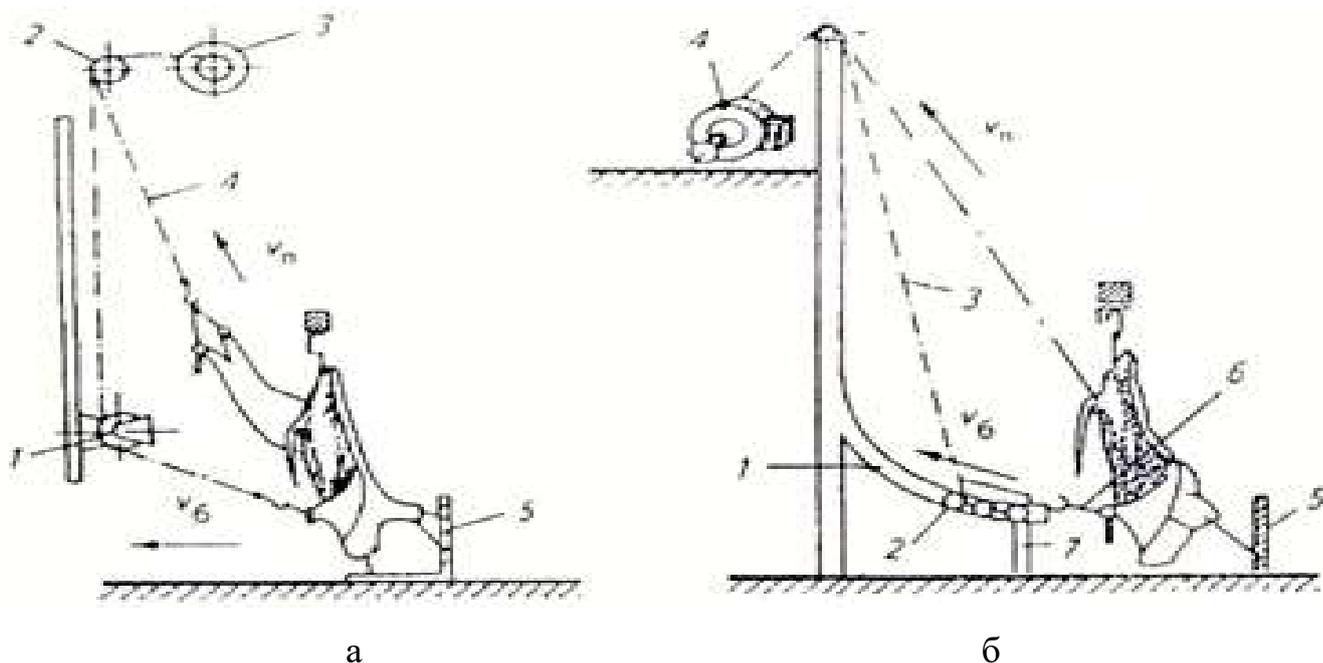


Рисунок 11 – Схемы тросовых установок для съемки шкур с туш крупного рогатого скота:

а – без жесткой направляющей: 1 – боковой блок; 2 – верхний блок; 3 – лебедка; 4 – трос; 5 – фиксатор;

б – с жесткой направляющей: 1 – поправляющая; 2 – каретка; 3 – трос; 4 – лебедка; 5 – фиксатор; 6 - цепь фиксации шкуры; 7 – рама

**Тросовая установка** с жесткой направляющей (рисунок 11 б), созданная на Бакинском мясокомбинате, имеет большую производительность. Жесткая направляющая 1 спрофилирована так, чтобы обеспечить съемку вначале в боковым, а затем в продольном направлениях. Она изготовлена из двутавровой балки № 20, по внутренним полкам которой передвигается каретка 2. Каретка имеет три пары колесиков, шарнирно соединенных между собой. С одной стороны она крюком соединена с цепью 6 фиксации краев шкуры, а с другой - с тросом 3 лебедки 4. Тушу крепят за передние конечности к фиксатору 5, кольцо цепи 6 накидывают на крюк каретки и включают лебедку. В конце хода съемки автоматически с помощью конечного выключателя лебедка останавливается и включается реверс. Шкура попадает на приемный стол. Производительность

подобной установки до 45 голов в 1 ч, скорость каретки при подъеме, 1,13... 1,17 м/с, при спуске до 0,3 м/с, мощность электродвигателя 3,5 кВт.

**Цепные установки.** Рабочий орган этих установок - замкнутая цепь, непрерывно движущаяся по специально спрофилированной направляющей, обеспечивающей боковую, а затем продольную съемку.

Цепные установки бывают периодического и непрерывного действия.

Цепная установка периодического действия предложена на Омском мясокомбинате и усовершенствована ВНИИМПом в 30-е годы. В настоящее время эти установки модернизированы и выпускаются под индексами ФУАМ, ФУА и А1- ФУУ.

**Установка ФУАМ периодического действия** (рисунок 12) состоит из шкуроеъемного агрегата и поворотного фиксатора. На раме 25 шкуроеъемного агрегата установлены приводная 19, натяжная 27 и оборотная 29 звездочки. Приводная звездочка приводится во вращение от четырехскоростного электродвигателя 14 через муфту 15, червячный редуктор 16 и цепную передачу 17. Штырьевая тяговая цепь 28 с ходовыми роликами имеет шаг 150 мм. На внутреннем звене цепи установлены крюки 23, на которые накидывается кольцо цепи 24 крепления шкуры. Ролики тяговой цепи перекатываются по неподвижной криволинейной направляющей 22, изготовленной из двух уголков и имеющей в середине прорезь для прохода крюка. Цепь движется непрерывно и за счет конфигурации направляющей обеспечивает сперва боковую, а затем продольную съемку. В конце процесса шкура перекидывается через барабан, установленный на валу приводной звездочки 19, проходит под кожухом 18 и по желобу 20 и склизу 26 попадает на стол.

Поворотный фиксатор состоит из прямоугольной стойки 4, которая опирается на пластмассовый упорный подшипник 2. В верхней части стойка заканчивается хвостовиком 7, установленным в подшипнике скольжения 8. На стойке приварены скобы для фиксации передних конечностей и четыре рычага 5, перемещающих троллей с тушей по рельсу 30.

Фиксатор приводится во вращение от электродвигателя 12 через клиноременную передачу 11, червячный редуктор 10 и открытую зубчатую коническую передачу 9. Забелованные туши подают к установке по подвесному пути и останавливают первым рычагом в позиции 1, в которой происходит крепление передних ног. В это время в позиции II проводят съемку шкуры, а в позиции III освобождают передние ноги. В результате совмещения операций по времени увеличивается производительность установки.

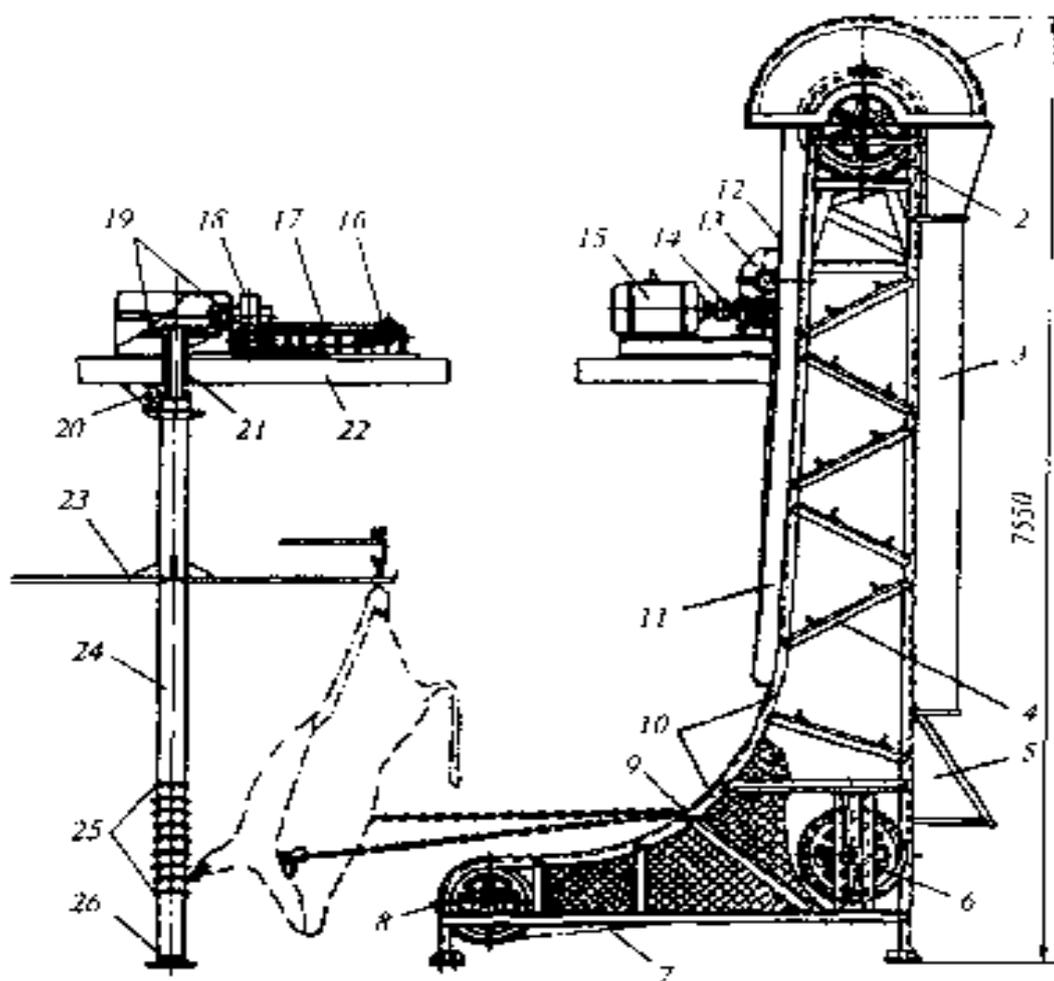


Рисунок 12 – Установка для съемки шкур с туш крупного рогатого скота:

1 – опора; 2 – упорный подшипник; 3 – скобы; 4 – стойка; 5 – рычаг; 6 – конечный выключатель; 7 – хвостовик; 8 – подшипник; 9 – коническая зубчатая передача; 10, 16 – червячные пара; 11 – клиноременная передача; 12, 14 – электродвигатели; 13 – каркас; 15 – муфта; 17 – цепная передача; 18 – кожух; 19 – приводная звездочка; 20 – желоб; 21 – лоток; 22 – направляющая; 23 – крюк; 24 – цепь крепления шкуры; 25 – рама; 26 – склиз; 27 – натяжная звездочка; 28 – тяговая цепь; 29 – оборотная звездочка; 30 – рельс

В зависимости от размеров и кондиции туш скорость цепи можно ступенчато изменять: 0,02; 0,077; 0,10; 0,15 м/с. В установке ФУА применены односкоростной двигатель и вариатор, который позволяет непрерывно регулировать скорость в пределах от 0,05 до 0,2 м/с. Производительность установок до 75 туш в 1 ч.

Мощность электродвигателя установки ФУА составляет 4,5 кВт при частоте вращения  $15,8 \text{ с}^{-1}$ , четырехскоростного электродвигателя установки ФУАМ - 4; 6; 7 и 9 кВт при частоте вращения соответственно 7,9; 12; 15,7 и  $24 \text{ с}^{-1}$ . Масса установок 2300 и 2800 кг. Установка А1-ФУУ отличается от описанных применением гидравлического фиксатора передних ног, и ее производительность до 60 туш в 1 ч. Обслуживают установку двое рабочих, подрезающих шкуру в местах наиболее плотного сращения. Недостатки установок ФУА и ФУАМ - большая высота, чего не позволяет располагать их в пределах одного этажа, и съемка шкуры снизу вверх, при которой может произойти загрязнение поверхности туши.

Описанные установки ФУА и ФУАМ периодического действия. Увеличение же производительности достигается путем применения непрерывно действующих машин, на которых происходит съемка шкур с нескольких туш. К числу подобных относятся цепные установки «Москва» и «Ленинград».

**Установки «Москва» непрерывного действия** (рисунок 13), двухконвейерные, горизонтальные. Туши по двум подвесным путям I на двух ходовых роликах подаются к агрегату животом вперед, передние ноги крепят к конвейеру фиксации передних ног 2, а забелованные края шкуры - цепями к крюкам конвейера съемки шкур 3. Конвейеры имеют специально спрофилированные направляющие, а скорость конвейера фиксации передних ног больше скорости конвейера съемки шкуры. Кроме того, подвесной путь имеет подъем  $5^\circ$ . В связи с этим туша в процессе движения меняет свое положение от вертикального до горизонтального и обратно и как бы «вынимается» из шкуры, которая остается сзади и снизу и после съемки падает

на ленточный транспортер отвода шкур 4. Траектории движения цепей и разность их скоростей обеспечивают съемку шкуры в поперечном направлении, а затем в продольном.

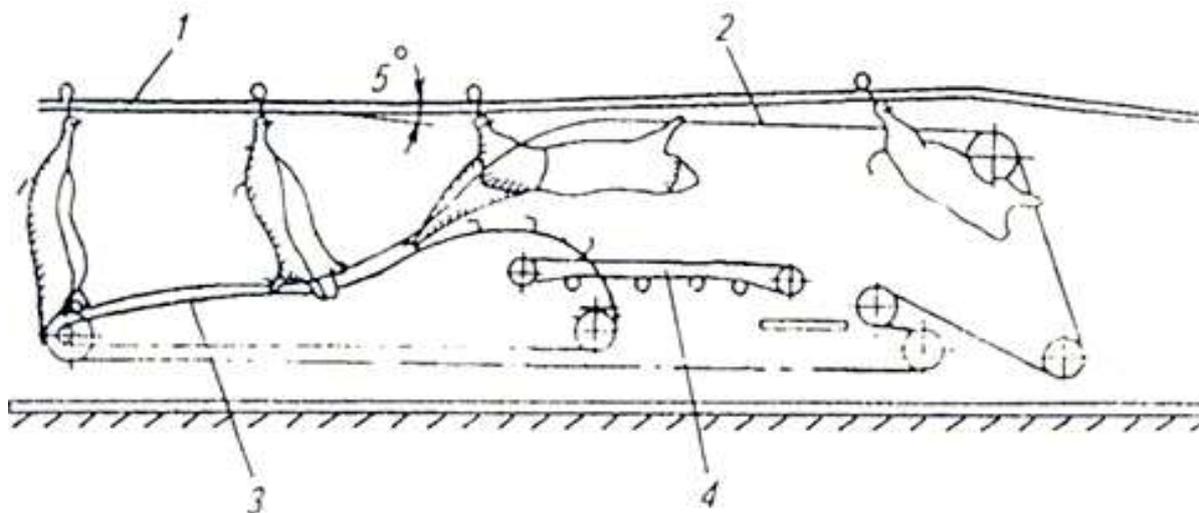


Рисунок 13 – Технологическая схема установки «Москва»:

1 – подвесной путь; 2 – конвейер фиксации передних ног; 3 – конвейер съемки шкуры; 4 – конвейер отвода шкур

### Технологический расчет

В технологическом расчете определяют такие параметры, как производительность и мощность установок.

Производительность периодически действующих установок (шт./час) для съемки шкур определяется по формуле:

$$M_{пер} = \frac{3600}{\tau_c + \tau_{п.з.}}, \quad (1)$$

где  $\tau_c$  и  $\tau_{п.з.}$  – производительность съемки и подготовительно-заключительных операций, с.

При съемке шкуры в одном продольном направлении продолжительность процесса (с)

$$\tau_c = \frac{2 \cdot l_p}{v_{np} \cdot \tau_c}, \quad (2)$$

где  $l_p$  – длина раскрытия туши, м;

$v_{np}$  – предельная скорость съёмки, м/с (для шкур КРС  $l_p = 3$  м,

$v_{np} = 0,13 \dots 0,17$  м/с).

При съёмке шкур в двух направлениях продолжительность съёмки (с)

$$\tau_c = \frac{2 \cdot l_b}{v_{6,np}} + \frac{2 \cdot l_n}{v_{n,np}}, \quad (3)$$

где  $l_b$  и  $l_n$  – соответственно длина раскрытия туши в боковом и продольном направлениях, м;

$v_{6,np}$  и  $v_{n,np}$  – предельные скорости съёмки шкуры в боковом и продольном направлениях, м/с.

Для расчетов можно принять  $l_b = 1$  м,  $l_n = 2$  м,  $v_{6,np} = 0,10$  м/с,  $v_{n,np} = 0,13 \dots 0,17$  м/с.

В продолжительность подготовительно-заключительных работ входит продолжительность фиксации шкуры туши, расфиксации их и других работ по обслуживанию установок. Значение  $\tau_{п.з}$  определяют экспериментально.

Мощность двигателя периодически действующих установок для съёмки шкур определяется по формуле:

$$N = \frac{10^{-3} \cdot P_{max} \cdot v \cdot \eta_a}{\eta_1 \cdot \eta}, \quad (4)$$

где  $P_{max}$  – максимальное усилие съёма шкуры, Н;

$v$  – скорость движения тягового органа, м/с;

$\eta_a$  – коэффициент запаса мощности ( $\eta_a = 1,2 \dots 1,5$ );

$\eta$  – КПД передачи от двигателя до ведущей звездочки или барабана ( $\eta = 0,75$ );

$\eta_1$  – КПД установки ( $\eta_1 = 0,85$ ).

Усилия съёма  $P$  для КРС  $P_{max} = 10$  кН,  $P_{cp} = 6$  кН

## **Контрольные вопросы**

1. Какие виды машин применяют для снятия шкур с КРС?
2. Как рассчитать производительность и мощность машин для снятия шкур с КРС?
3. Как регулируется скорость движения тяговой цепи установки ФУ АМ для съемки шкур с туш КРС?
4. Назначение фиксатора с гидроприводом в установке А1-ФУУ для снятия шкур с туш КРС.
5. Каковы особенности эксплуатации и обслуживания машин для съемки шкур с туш КРС?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### «ФАРШЕМЕШАЛКА СО СПИРАЛЬНЫМИ ШНЕКАМИ»

*Цель и задачи работы:* ознакомиться с конструкцией рабочих органов, определить основные параметры.

Особенности применяемых фаршемешалок связаны с конструкцией и расположением исполнительных органов (лопастей) мешалки, узлов выгрузки продукта и материалов, из которых они изготовлены. Они бывают горизонтального (корытные) и вертикального (чашечные) типов. В горизонтальных фаршемешалках исполнительный (перемешивающий) орган закреплен на горизонтальном валу, а в вертикальных — на вертикальном. В последних перемешивающий орган опускается в чашу, а в горизонтальных фаршемешалках имеется один или два горизонтальных вала, на которых расположены перемешивающие органы. Эти органы могут представлять собой шнеки, лопасти или лопатки, закрепленные на вращающемся валу. Предпочтительной формой перемешивающего органа фаршемешалок, как показала практика, являются Z-образные лопасти.

Фаршемешалки могут быть со стационарными и отъемными корытами (чашами). Из фаршемешалок со стационарными корытами фарш выгружают через люки, расположенные в нижней торцевой части корыта, или его опрокидыванием, а с отъемной чашей — только ее опрокидыванием.

Лопастей мешалок могут быть цельными (из нержавеющей стали) и составными, т. е. из нержавеющей стали и полимерных материалов (фторопласт и др.), соединенных между собой. Лопастей также могут быть изготовлены из стали и покрыты (облужены) пищевым оловом.

Приводной механизм фаршемешалок электрический, с реверсом, обеспечивающим вращение перемешивающих лопастей как в одну, так и в другую сторону, и без реверса, т. е. лопасти, вращаются только в одну сторону.

Загрузка фаршемешалок в основном механизирована — при помощи различных подъемников.

Фаршемешалки со спиральными шнеками периодического действия предназначены для перемешивания мясного фарша с компонентами при производстве колбасных изделий, котлет, пельменей и др. изделий. Отличительной особенностью ее является автоматическая выгрузка перемешанного продукта через люк с заслонкой.

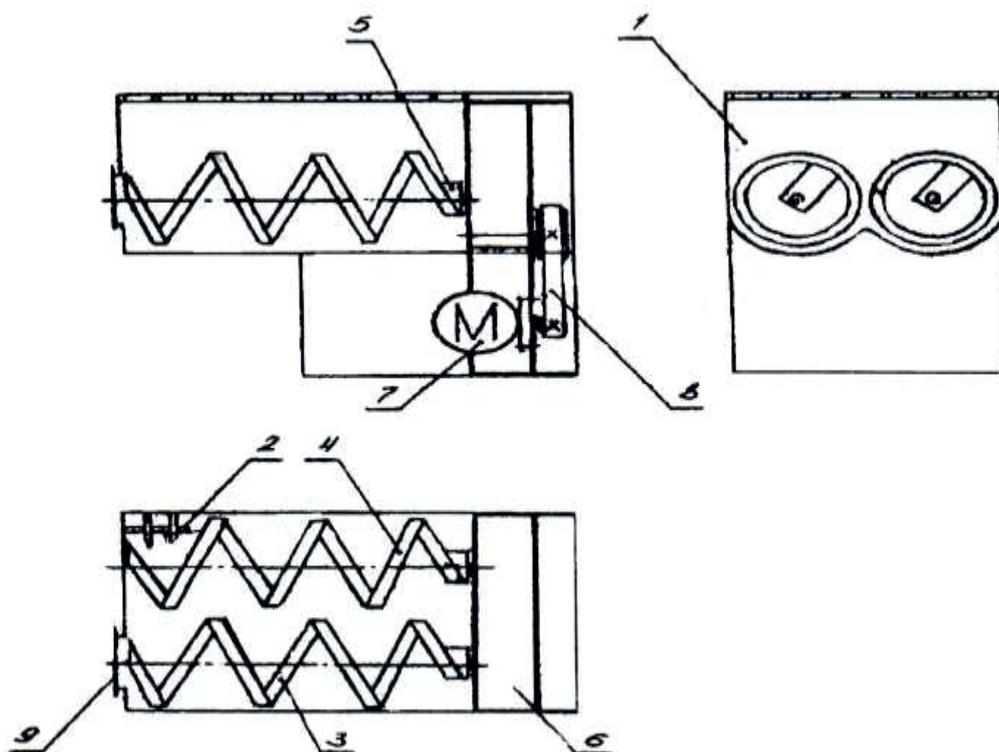


Рисунок 14 – Фаршемешалка со спиральными шнеками

Устройство: фаршемешалка представляет собой емкость 1, закрываемую сдвижной решетчатой крышкой 2, сырье с компонентами смешивается спиралеобразным встречновращающимся шнеками, ведущим 3 и ведомым 4, одним концом шнеки соединены с валами редуктора и мультипликатора клеммовыми муфтами 5, редуктор и мультипликатор размещены в едином корпусе 6, под которым размещен электродвигатель 7, передающий вращение редуктору ременной передачей 8. Готовый продукт выгружается через люк, закрываемый заслонкой 9.

### Техническая характеристика:

Емкость дежи, м <sup>3</sup>	0,15
Количество спиралей, шт.	2
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> ведущего шнека	60
ведомого шнека	40
Электродвигатель, мощность, кВт <sup>3</sup>	
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1430
Габаритные размеры, мм	
Длина	1410
Ширина	874
Высота	790
Масса, кг	280

### Порядок выполнения работы

Занести значения следующих параметров:

$d_n$  – наружный диаметр спирали, м;

$d_b$  – внутренний диаметр спирали, м;

$S$  – шаг спирали, м;

$\delta = 0,002$  – зазор между спиралью и емкостью, м;

$B$  – ширина емкости, м;

$L$  – длина емкости, м

$H$  – высота емкости, м;

$l$  – длина дуги сегмента, м;

$h$  – высота сегмента, м;

$Z_1, Z_2$  – количество витков ведущей и ведомой спиралей

### Расчетная часть

Производительность фаршемешалки:

$$M = \frac{(60 \cdot V \cdot \rho \cdot \phi)}{t(1 + \alpha)}, \quad (1)$$

где  $V = S \cdot L$  – объем емкости, м<sup>3</sup>;

$S = 2S_1 + (H-h) \cdot B$  – площадь торца емкости, м<sup>2</sup>;

$S_1 = 2/3 \cdot a \cdot h$  – площадь сегмента торца, м<sup>2</sup>;

$a, h$  – хорда, высота сегмента торца, м;

$\rho = 1000-1100$  кг/м<sup>3</sup> – плотность фарша;

$\phi = 0,5-0,7$  – коэффициент заполнения объема дежа;

$\alpha = 0,3-0,5$  – отношение длительности вспомогательных операций к длительности перемешивания;

$t = 3-5$  – длительность перемешивания, мин.

Мощность привода:

$$N = \frac{(P_1 \cdot V_1 \cdot Z_1 + P_2 \cdot V_2 \cdot Z_2)}{\eta_m}, \quad (2)$$

где  $V_1 = 0,5 \cdot w_1 \cdot d_{cp} \cdot \cos(\beta - \Theta)$ ,  $V_2 = 0,5 \cdot w_2 \cdot d_{cp} \cdot \cos(\beta - \Theta)$  – соответственно скорости перемещения фарша ведущей и ведомой спирали, м/с;

$w_1 = (\pi \cdot n_1)/30$ ;  $w_2 = (\pi \cdot n_2)/30$  – их угловые скорости, с<sup>-1</sup>;

$n_1$  и  $n_2$  – число оборотов ведущей и ведомой спиралей из технической характеристики;

$\Theta = \arctg \mu$

$\beta = \arctg(S/\pi \cdot d_{cp})$  – угол подъема спирали;

$d_{cp} = (d_n + d_b)/2$  – средний диаметр спирали;

$\mu$  – коэффициент трения фарша по поверхности спирали;

$P_1 = (\sigma_0 + a \cdot V_1) \cdot F_n$ ;  $P_2 = (\sigma_0 + a \cdot V_2) \cdot F_n$  – сопротивление перемещению

фарша одним витком соответственно ведущей и ведомой спиралей, кН;

$\sigma_0$  – начальное сопротивление фарша, отнесенное к единице площади фарша, кН/м<sup>2</sup>;

$a$  – постоянный параметр, характеризующий вид фарша.

Для фаршей вареных колбас:

$$\sigma_0 = 4-6 \text{ кН/м}^2; a = 4,6-4,8;$$

для фаршей полукопченых колбас:

$$\sigma_0 = 1,2-1,3 \text{ кН/м}^2; a = 7,8;$$

$F_n = \pi \cdot ((d_n^2 - d_b^2) \cos \beta) 4$  – полная площадь одного витка спирали, м<sup>2</sup>;

$\eta_m = \eta_p \cdot \eta_z^3 \cdot \eta_{\text{п}}^4$  – КПД привода;

$\eta_p = 0,95$  – КПД ременной передачи;

$\eta_z = 0,98$  – КПД зубчатой передачи;

$\eta_{\text{п}} = 0,99$  – КПД подшипников.

Согласно варианта выбрать значения  $\sigma_0$  и  $a$  из таблицы и произвести расчет.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\sigma_0$ , кН/м <sup>2</sup>	4,2	4,4	4,6	4,8	5	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	6	4,3	4,5	4,2
$a$	4,62	4,64	4,63	4,64	4,65	4,66	4,67	4,68	4,69	4,7	4,8	5,0	4,6	4,7	4,8	4,9

### Контрольные вопросы.

1. Назначение фаршемешалок и смесителей.
2. Что является рабочим органом и какие известны конструкции?
3. Что такое производительность?
4. От каких параметров зависит мощность привода мешалки?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 «ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ВОЛЧКА»

*Цель и задачи работы:* изучение устройства и принципа работы волчка, требования безопасной эксплуатации волчка, определение производительности волчка и мощности привода.

### Изучение устройства и принципа работы

Волчок предназначен для среднего и мелкого измельчения.

Волчок установлен на станине 1 сварной конструкции и включает в себя механизм подачи сырья, режущий механизм 5, привод 2 и загрузочную чашу 8 (рисунок 14).

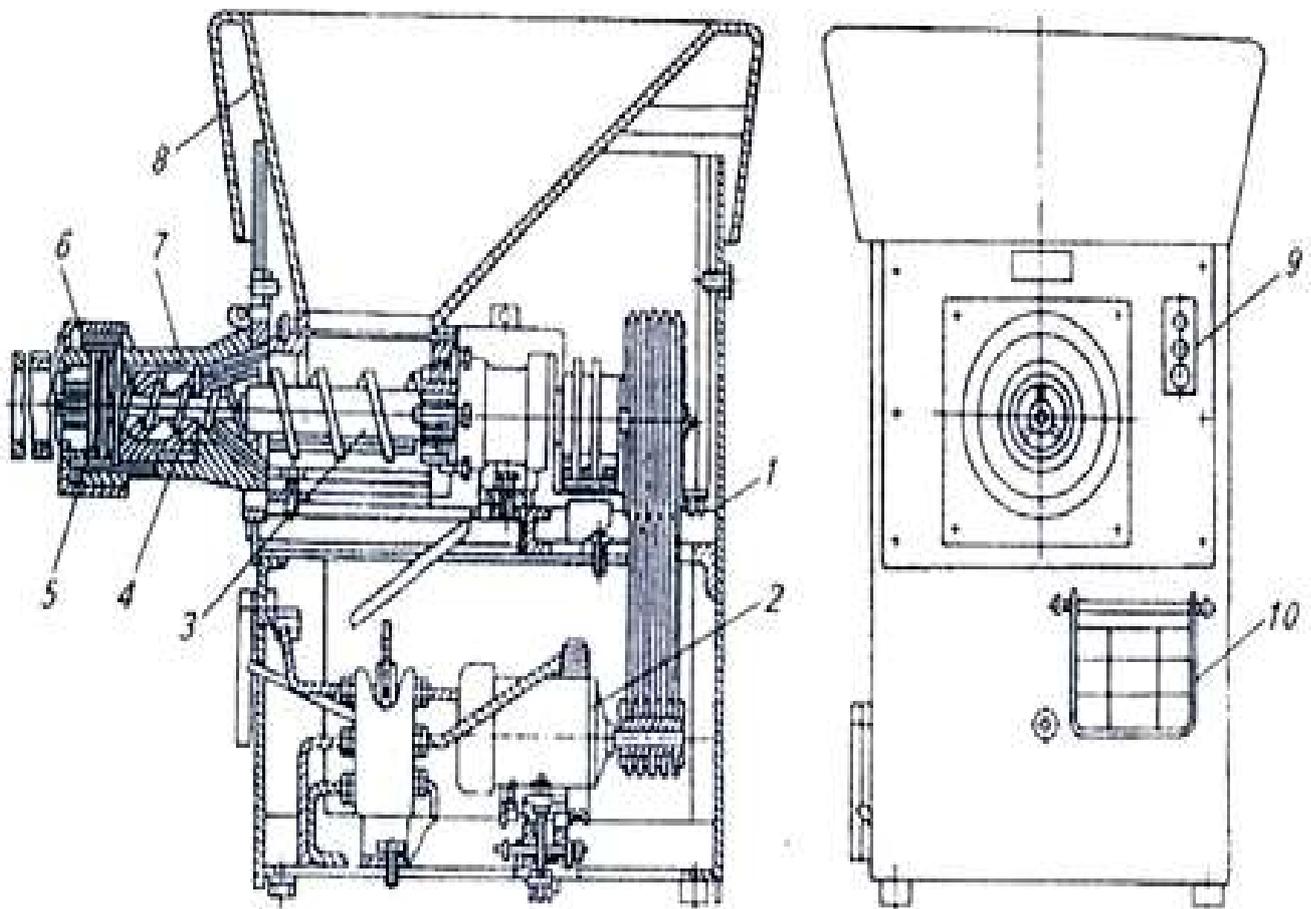


Рисунок 15 – Волчек К6-ФВП-120

1 – станина; 2 – привод; 3 – подающий шнек; 4 – рабочий шнек; 5 – режущий механизм; 6 – прижимное устройство; 7 – цилиндр; 8 – бункер; 9 – кнопки управления; 10 – откидная площадка

### Техническая характеристика волчка

Производительность, кг/ч	2500
Диаметр, мм:	
отверстий решетки	3, 5, 12, 16
режущего механизма	120
Частота вращения шнека, об/мин	150
Мощность электродвигателя, кВт	12,5
Габаритные размеры, мм	1600x1680x3000
Масса, кг	800

В верхней части машины имеется загрузочный бункер сварной конструкции для приема измельчаемого сырья.

В механизм подачи сырья входят рабочий шнек 4, вспомогательный шнек 3 и рабочий цилиндр 7. Рабочий цилиндр имеет ребра. Их расположение продольное, что предотвращает проворачивание мяса вместе со шнеком и возврат его в зону загрузки.

Принудительная подача сырья в рабочую часть осуществляется вспомогательным шнеком - это обеспечивает постоянную загрузку режущего механизма и высокую удельную производительность.

Рабочий шнек имеет витки, уменьшающиеся в сторону выгрузки продукта. Чем длиннее рабочий шнек, тем меньше мяса вытесняется обратно в загрузочную часть и выше производительность волчка. Чем больше витков, тем образуется как бы лабиринт, что снижает возможность передавливания фарша из зоны давления в зону загрузки.

Важнейшая часть волчка - режущий механизм (рисунок 16). Имеет плоскую форму. Он представляет собой последовательное чередование неподвижных решеток и вращающихся ножей. Самый распространенный механизм измельчения состоит из приемной, выходной и промежуточной решеток, двусторонних и односторонних многозубых ножей.

Особенности конструкции решеток - это форма и размеры отверстий, представляющие собой кольцевые режущие кромки. Диаметр отверстий определяет скорость истечения сырья и степень его измельчения. Форма отверстий - круглая без скосов, диаметр отверстий 3,5,12,16.

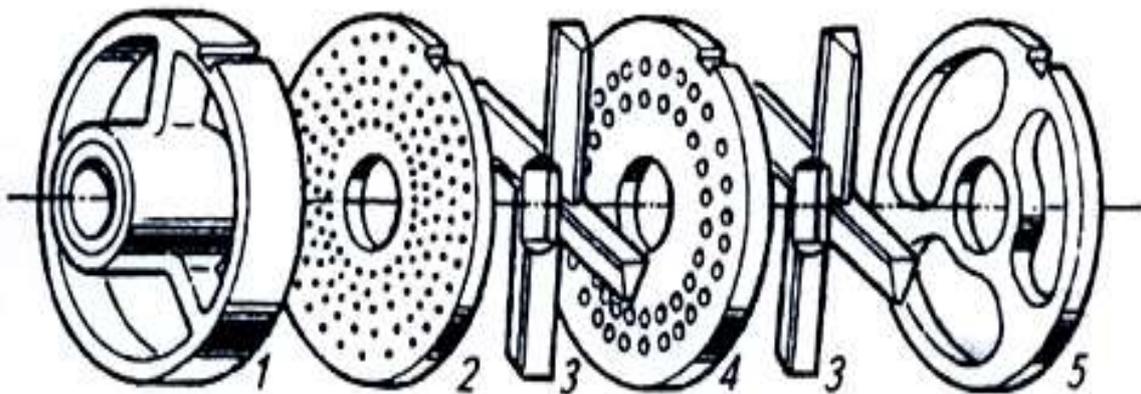


Рисунок 16 – Режущий механизм волчка:

1 – кольцо-подпора; 2 – выходная решетка; 3 – четырехзубый нож; 4 – промежуточная решетка; 5 – приемная решетка

За основную техническую характеристику волчка принимают диаметр решетки. Рекомендуемая толщина решетки 8-18 мм. При толщине меньше 8 мм может произойти выдавливание решетки, т. к. в волчке создается давление порядка 3-6 МПа.

В режущий механизм входят крестовидные двусторонние ножи. Ножи имеют криволинейные зубья, между которыми расположены проходные каналы для продукта. Режущая кромка ножа должна быть не менее 0,5 мм, иначе образуется стружка. Приемный нож выполняется толщиной 18-20 мм, толщина кромки 0,5-2 мм (очень быстро вырабатывается).

Режущий механизм необходимо собирать так, чтобы измельчение было вначале более грубым, затем мелким. Это обеспечивает меньшие затраты энергии и соответственно продукт меньше нагревается. В ножевом механизме с 4 режущими плоскостями на палец шнека надевают приемную решетку, двусторонний нож, промежуточную решетку с диаметром отверстия 16 мм,

второй двусторонний нож, выходную решетку с диаметром 5 мм и прижимное кольцо. Ножи и решетки умеренно затягивают зажимной гайкой. Одним из основных факторов, влияющих на качество работы волчка, является усилие, с которым режущие кромки ножей прижимаются к плоскостям решеток. Чрезмерное усилие ведет к увеличению силы трения в паре и как следствие к нагреву, износу, увеличению энергозатрат, перегреву продукта. Недостаточное усилие способствует появлению зазора в паре, что приводит к нарушению процесса резания и выделения влаги. Для регулирования прижатия ножей к решетке применяют прижимные устройства, выполненные в виде гайка - маховик.

Привод волчка выполнен в виде электродвигателя с клиноременной передачей.

Защитно-пусковая аппаратура расположена в электрошкафу.

Принцип работы. Мясо весом 0,5 кг и температурой 0...+2°C подается в загрузочный бункер и шнеками направляется к режущему механизму.

### **Требования безопасности при эксплуатации**

Конструкция загрузочной горловины волчка должна предотвращать образование «сводов» и зависания обрабатываемого продукта. В случае необходимости для проталкивания сырья предусматриваются толкатели, обеспечивающие безопасность и удобство в работе.

Привод к исполнительным органам волчка должен располагаться внутри станины и иметь сплошное ограждение. Ограждения и щитки на монтажные окна должны иметь крепления, исключающие их снятие или открывание без инструмента, специальных ключей и приспособлений. Волчки следует оборудовать откидным столом и подножкой, обеспечивающими удобство санитарной обработки и разборки режущего инструмента. Откидной стол и подножка блокируются с пусковым устройством, предотвращающим пуск в работу волчка при откинутой площадке или подножке. Для безопасной разборки режущего механизма при санитарной обработке машины применяют

приспособление для отвинчивания зажимной гайки и специальный крючок, прилагаемый в комплекте поставки.

Таблица 1 – Характерные неисправности волчка

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Волчок не режет, а мнет мясо	Неправильная регулировка нажима гайки	Выключить электродвигатель, вынуть решетки, ножи и шнек очистить их от жил и пленок, установить на место и отрегулировать нажимную гайку
Повышенный шум в редукторе или остановка двигателя	Нож и решетки чрезмерно зажаты гайкой	Ослабить нажим гайки
Перерабатываемый продукт нагревается, а пленки и жилы наматываются на ножи		Затупились ножи и решетки. Неплотное прилегание ножей и решеток
При включении волчка электродвигатель гудит	Отсутствует одна фаза статорной цепи	Проверить электропроводку и контакты магнитного пускателя. Устранить дефект

### **Расчет производительности и мощности электродвигателя привода волчка**

Производительность волчков, как машин непрерывного действия можно определить по пропускной способности режущих или питающих механизмов либо по режущей способности измельчительного механизма. Метод расчета выбирает соответственно конструктивной схеме волчка.

При равной частоте вращения ножей и рабочего шнека (ножи крепят на хвостовике рабочего шнека) определяющим фактором производительности является пропускная способность режущего механизма

Производительность волчка кг/ч:

$$Q = F_0 \cdot v_0 \cdot \rho \cdot \varphi , \quad (1)$$

где  $F_0$  – суммарная площадь отверстий в первой после приемкой ножевой решетке, м<sup>2</sup>;

$v_o$  – скорость продвижения продукта через отверстие первой ножевой решетки, м/с;

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

$\varphi$  – коэффициент использования площади отверстий первой ножевой решетки ( $\varphi=0,7\dots0,8$ ).

$$F_o = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot Z_o}{4}, \quad (2)$$

$$v_o = \frac{\pi n}{60} (r_n + r_e) \operatorname{tg} \beta K_e, \quad (3)$$

где  $d$  – диаметр отверстия в решетке, м;

$Z_o$  – количество отверстий в ножевой решетке, шт.;

$n$  – частота вращения шнека, мин<sup>-1</sup>;

$r_n, r_e$  – наружный и внутренний радиусы последнего витка шнека, град;

$K_e$  – коэффициент объемной подачи продукта ( $K_e=0,35-0,4$ ).

$$K_e = \frac{(\omega - \omega_{np})}{\omega}, \quad (4)$$

где  $\omega$  – угловая скорость шнека, рад/с;

$\omega_{np}$  – угловая скорость продукта, рад/с.

Если частота вращения ножей, имеющих самостоятельный привод, больше частоты вращения рабочего шнека ( $n_n > n_{ин}$ ), предпочтительней определять производительность по режущей способности измельчительного механизма.

$$Q = \frac{LF}{F_p} = \frac{15n\pi D^2 \alpha (\psi_1 m_1 + \psi_2 m_2 + \psi_n m_n)}{F_p}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – коэффициент использования режущего механизма,  $\alpha=0,7\dots0,8$ ;

$F$  – режущая способность измельчительного механизма, м<sup>2</sup>/с;

$F_p$  – удельная поверхность продукта после измельчения,  $m^2/kg$  (при диаметре отверстий последней решетки 2 - 3 мм,  $F_p=1,2...0,8 m^2/kg$ ; при диаметре отверстий 16 -25 мм;

$D$  – диаметр ножевой решетки, м;

$\psi_1, \psi_2, \psi_3$  – коэффициент использования площади решетки;

$m_1, m_2, m_3$  – количество зубьев (перьев) ножа.

$$\psi = \frac{Z \cdot d^2}{D^2}, \quad (6)$$

Мощность электродвигателя привода волчка определяют суммой с мощностей, затрачиваемых на измельчение продукта, преодоление трения в режущем механизме, продвижение продукта шнеком и преодоление трения шнека о продукт, кВт:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta}, \quad (7)$$

где  $N_1$  – мощность, затрачиваемая на измельчение продукта в режущем механизме, кВт;

$N_2$  – мощность, затрачиваемая на преодоление трения в режущем механизма; кВт;

$N_3$  – мощность, затрачиваемая на преодоление трения шнека о продукт и продвижение продукта шнеком в зону измельчения, кВт.

$$N_1 = F_{np} (\psi_{np} + 2\psi_{nm} + \psi_e) \frac{n}{60} a \cdot m, \quad (8)$$

где  $F_{np}$  – площадь ножевой решетки,  $m^2$ ;

$\psi_{np}, \psi_{nm}, \psi_e$  – коэффициенты использования площади соответственно приемной, промежуточной и выходной ножевых решеток;

$a$  – удельный расход энергии на перерезание продукта, кДж/м<sup>3</sup>;

$m$  – количество зубьев (перьев) одного ножа, шт.

$$N_2 = fk(r_{\max} + r_{\min})P_3 \frac{\pi n}{60}, \quad (9)$$

где  $P_3$  – усилие затяжки режущего механизма, кН;

$r_{\max}$   $r_{\min}$  – наружный и внутренний радиусы вращающегося ножа, м;

$f$  – коэффициент трения скольжения ножа о решетку в присутствии измельченного продукта ( $f=0,1$ );

$k$  – количество плоскостей резания.

$$P_3 = P \cdot v \cdot m, \quad (10)$$

где  $P_3$  – усредненное давление на поверхности контакта ножей и решеток, кПа

( $P_3=2 \cdot 10^6 \dots 3 \cdot 10^6$ );

$v$  – ширина площади контакта лезвия ножа и решетки, м.

$$N_3 = \frac{\pi^2 n}{90} P_0 \gamma (r_n^3 - r_g^3) f_1 + 0,24 t_{cp} (r_n^2 - r_g^2), \quad (11)$$

где  $P_0$  – давление за последним витком шнека ( $P_0=3,0 \cdot 10^5 \dots 5,0 \cdot 10^5$  Па);

$\gamma$  – число витков шнека;

$f_1$  – коэффициент трения продукта о шнек ( $f=0,3$ );

$t_{cp}$  – средний шаг витков шнека, величина которого зависит от их среднего угла подъема и среднего диаметра шнека.

$$t_{cp} = \pi d_{cp} \operatorname{tg} \beta_{cp}, \quad (12)$$

Мощность электродвигателя волчка, кВт

$$N = \frac{qQ}{100\eta}, \quad (13)$$

где  $q$  – удельный расход электроэнергии при установившемся работе волчка  
(при диаметре отверстий в решетке 2 - 3 мм  $q=3,5-4,2$  кВт·ч/т, при  
диаметре отверстий 16 - 25 мм  $q=1,5- 2,0$  кВт·ч/т);

$Q$  – производительность волчка, кг/ч;

$\eta$  – ПД приводного механизма волчка ( $\eta=0,85 - 0,9$ ).

Диаметр отверстий решетки волчка, мм      2                      3                      18

Удельный расход энергии  $a^2$ , кВт ч/кг    0,35...0,45; 0,2...0,3; 0,15...0,20

Производительность режущего механизма зависит от числа перьев на ножах. С увеличением числа перьев увеличивается производительность волчка, при этом снижается степень использования решетки. Производительность волчка регулируют изменением частоты вращения ножей, чем выше скорость резания, тем меньше усилие резания и лучше качество среза, но повышается температура продукта.

### Задание для самостоятельной работы

Дать описание волчка типа К6-ФВП-120, рассчитать производительность и мощность электродвигателя для его привода. Варианты исходных данных приведены в таблице:  $D$  – наружный диаметр винта шнека равен,  $d$  — диаметр вала в зоне загрузки,  $S$  — шаг винта в зоне загрузки 0,1 м,  $\delta$  — толщина витка 0,01 м,  $n$  — частота вращения 150 об/мин. В расчетах учесть КПД передачи от электродвигателя 0,68 и плотности мяса 900 кг/м<sup>3</sup>.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D$ , м	0,16	0,12	0,14	0,1	0,12	0,16	0,14	0,12	0,1	0,14
$d$ , м	0,1	0,08	0,09	0,08	0,1	0,12	0,1	0,08	0,08	0,1
$S$ , м	0,1	0,09	0,1	0,08	0,09	0,1	0,08	0,07	0,07	0,08
$\delta$ , м	0,01	0,008	0,009	0,01	0,008	0,008	0,007	0,006	0,005	0,006
$n$ , мин <sup>-1</sup>	150	140	130	120	110	100	90	120	140	110

### **Контрольные вопросы**

1. Для каких целей применяют волчок?
2. Из каких основных частей состоит волчок?
3. Как устроен режущий механизм волчка?
4. За счет чего обеспечивается проталкивание фарша через решетки волчка?
5. От каких параметров зависит производительность волчка?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### «ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТА КУТТЕРА»

*Цель и задачи работы:* изучение устройства и работа куттера

Куттер Л5-ФКМ (рисунок 17) предназначен для окончательного тонкого измельчения мяса и приготовления фарша при производстве варено-копченых, копченых, сырокопченых, вареных, ливерных колбас, сосисок. Допускается измельчение охлажденного от  $-1$  до  $+5$  °С мяса в кусках массой не более 0,5 кг, а также блоков замороженного мяса размерами 190x 190x75 мм температурой не ниже  $-8$  °С.

Он состоит из станины 1 с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши, чаши ножевого вала 6, защитной крышки, выгрузателя 4 с тарелкой 5, механизма загрузки 3, тележки 2, дозатора воды и электрооборудования с пультом управления.

Станина 1 изготовлена из двух отдельных частей. В нижней части на качающихся плитах установлены электродвигатели приводов ножевого вала и чаши, в верхней части на подшипниках качения — ножевой вал, на консоли которого расположены ножевые головки. Механизм выгрузки — редуктор, к которому с одной стороны фланцем присоединен электродвигатель, с другой — труба выгрузателя с проходящим через нее валом привода тарелки. Исполнительный орган выгрузателя — тарелка. В момент начала выгрузки продукта она получает вращение, а так как одновременно включается муфта червячной пары, то медленно опускается в чашу — фарш выгружается. При достижении тарелкой дна чаши муфта отключается, движение тарелки вниз прекращается, она продолжает вращаться до полной выгрузки продукта, а затем включается реверс и тарелка поднимается вверх.

Зона куттерных ножей закрыта защитной крышкой из нержавеющей стали, заполненной внутри звукопоглощающим материалом, снизу к ней крепится скребок для удаления с наружной поверхности фарша и направления его в лоток, установленный на ограждении чаши. Механизм загрузки —

тележка для транспортирования продукта к куттеру и механизм ее опрокидывания, смонтированный в чугунной станине.

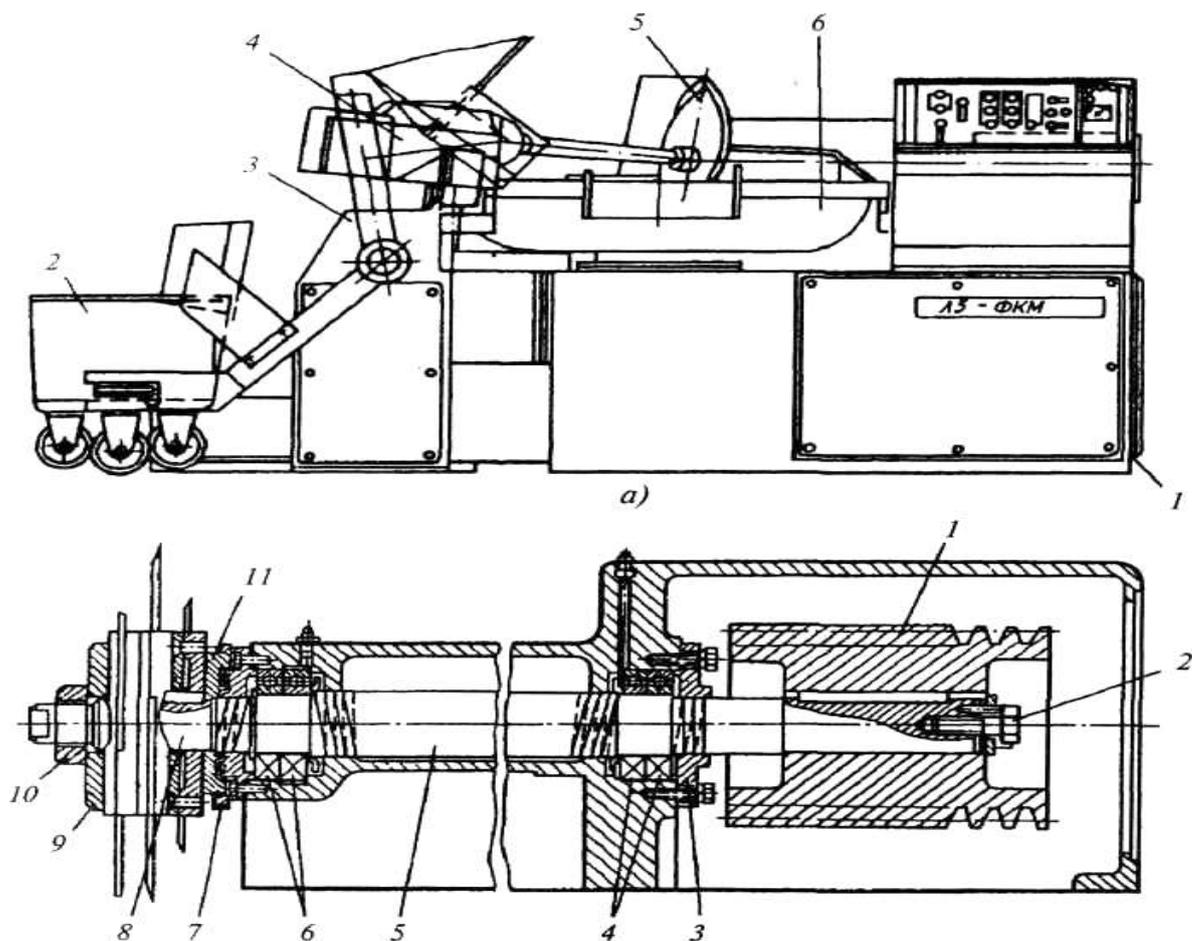


Рисунок 17 – Куттер Л5-ФКМ

а – общий вид: 1 – станина с приводом чаши; 2 – тележка; 3 – механизм загрузки; 4 – выгрузатель; 5 – тарелка выгрузателя; 6 – чаша с ножевым валом;

б – ножевой вал: 1 – шкив; 2 – болт; 3 – крышка; 4, 6 – подшипники; 5 – вал; 7 – наружный лабиринт; 8 – ножевая головка; 9 – кольцо; 10 – гайка; 11 – внутренний лабиринт

Дозатор воды включает в себя бак с датчиками доз, центробежный насос с электродвигателем для подачи воды в чашу и соленоидный клапан. Принцип работы дозатора основан на объемном измерении. Бак его постоянно наполнен водой доверху. Для выдачи дозы включается насос подачи воды в чашу на определенное количество литров. Когда уровень воды понизится на заданную величину, насос автоматически отключается, клапан открывается, и вода из магистрали поступает в бак.

## Техническая характеристика куттера Л5-ФКМ

Производительность, кг/ч	1200
Вместимость чаши, м <sup>3</sup>	0,125
Установленная мощность, кВт	... 30,6
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	5,5
Масса, кг	2200

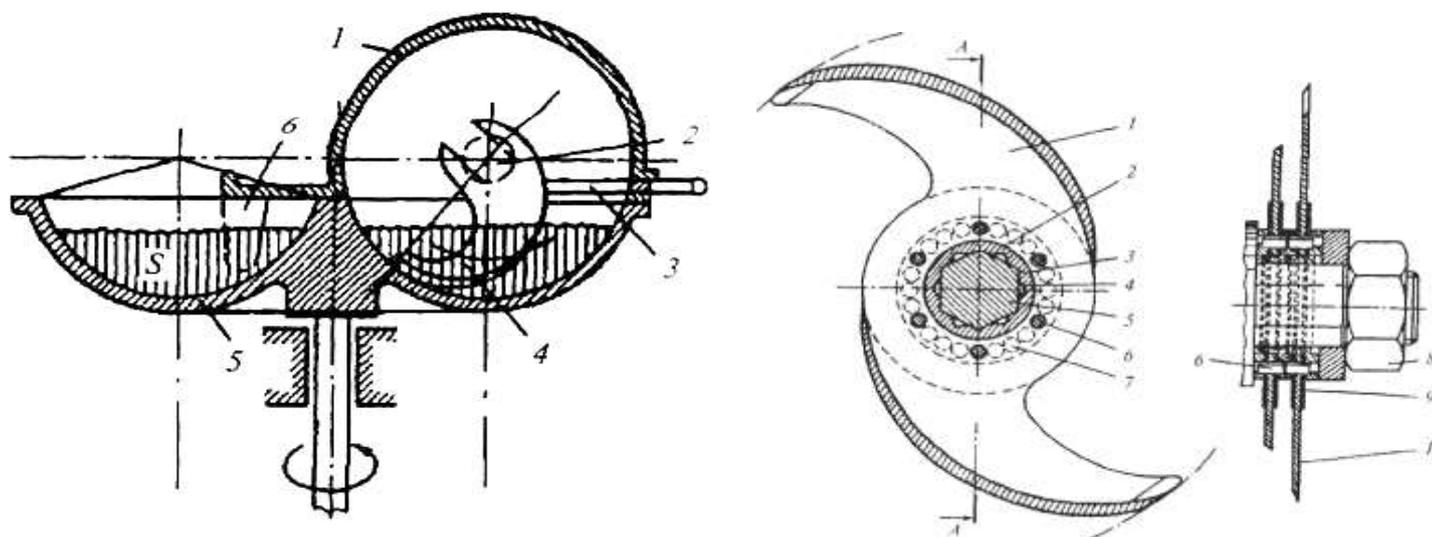


Рисунок 18 – Конструкция ножей и ножевой головки

1 – нож; 2 – посадочная часть; 3 – втулка; 4 – отверстие; 5 – вал; 6 – штиф; 7 – отверстие; 8 – гайка; 9 – диск

**Вакуумный куттер ВК-125** представляет собой (рисунок 19) машину средней производительности, имеющую отдельные приводы чаши и ножевого вала. Чаша вращается от электропривода переменного тока с двумя фиксированными скоростями. Для ножевого вала используют электропривод постоянного тока, позволяющий: уменьшить электропотребление за счет исключения пусковых перегрузок; в широком диапазоне бесступенчато регулировать режим измельчения в зависимости от технологических особенностей, качества и состояния измельчаемого сырья; равномерно в зависимости от рецептуры смешивать различные компоненты и специи без

изменения структуры и консистенции фарша при вращении ножей в режиме перемешивания в обратную сторону (т. е. оно ведется на малой скорости тыльной стороной ножей). С помощью устройства перемещения чаши относительно ножевого вала сокращается время на смену ножей.

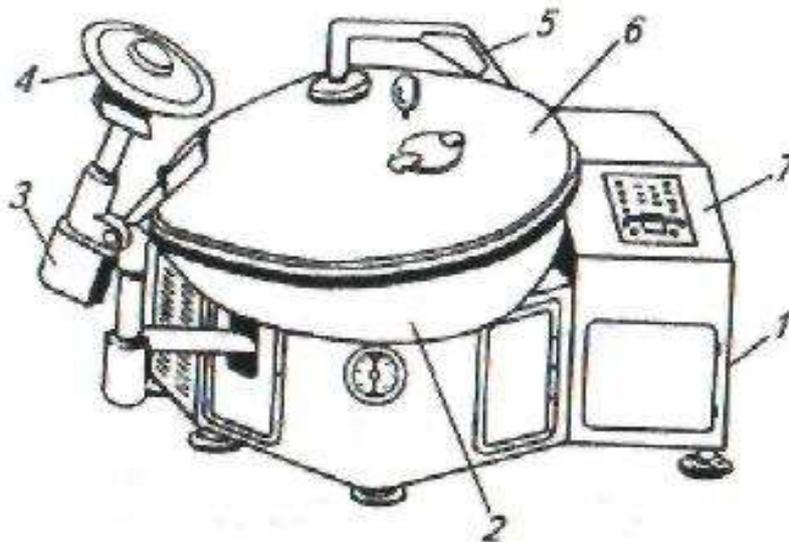


Рисунок 19 – Схема куттера периодического действия

Предусмотрена возможность регулирования зазора между ножами и чашей, что позволяет продлить срок службы ножей при их многократной переточке.

Ножи выполнены по специальной технологии и по стойкости не уступают зарубежным аналогам.

Система управления куттера обеспечивает ручной и полуавтоматический режимы. Доза воды подается автоматически во время куттерования без сброса вакуума. Информационно-вычислительная система с цифровой индикацией контролирует основные параметры на любой стадии приготовления фарша. Система обеспечения безопасности исключает выполнение команд, которые могут привести к поломке изделия и травме оператора. Основные детали куттера и облицовку изготавливают из нержавеющей стали, что обуславливает их долговечность, соответствие требованиям гигиены и технической эстетики.

### Исходные данные

$\rho$  – плотность фарша, кг/м<sup>3</sup>; ( $\rho=900$  кг/м<sup>3</sup>)

$a$  – удельный расход энергии на перерезывание слоя фарша одним ножом за один оборот, кДж/м<sup>2</sup>; (при окружной скорости ножей до 30 м/с без добавления в фарш воды  $a=2,7-3,1$  кДж/м<sup>2</sup>, с добавлением в фарш воды  $a=2,0-2,4$  кДж/м<sup>2</sup>);

$n$  – частота вращения ножевого вала = 30 с<sup>-1</sup>;

$\eta_c$  – коэффициент запаса мощности = 1,4;

$\eta_{пр}$  – КПД привода ножевого вала = 0,9;

$z$  – число ножей куттера = 2 шт.

### Расчетная часть

#### Производительности и мощности электродвигателя куттера

Производительность куттера периодического действия

$$Q = \frac{3600 \cdot m}{T} = \frac{3600V \cdot \rho \cdot \varphi}{t_3 + t_o + t_e}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса загружаемого сырья, кг;

$T$  – продолжительность полного цикла обработки, с;

$V$  – геометрический объем дежи, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность фарша, кг/м<sup>3</sup>, ( $\rho=900$  кг/м<sup>3</sup>);

$\varphi$  – коэффициент загрузки дежи;

$t_3$  – время загрузки фарша в дежу куттера, с;

$t_o$  – время измельчения и перемешивания сырья, с;

$t_b$  – время выгрузки фарша, с.

Мощность электродвигателя привода куттера, кВт

$$N_{\text{эд}} = N_1 + N_2 + N_3, \quad (2)$$

где  $N_1$  – мощность, необходимая для куттерования сырья, кВт;

$N_2$  – мощность необходимая на преодоление трения в подшипниках вала дежи, кВт.

$N_3$  – мощность, необходимая на пуск дежи, кВт.

$$N_1 = \frac{a \cdot F \cdot Z n \cdot \eta}{3,6 \cdot \eta_{пр}}, \quad (3)$$

где  $a$  – удельный расход энергии на перерезывание слоя фарша одним ножом за один оборот, кДж/м<sup>2</sup>; (при окружной скорости ножей до 30 м/с без добавления в фарш воды  $a=2,7-3,1$  кДж/м<sup>2</sup>, с добавлением в фарш воды  $a=2,0-2,4$  кДж/м<sup>2</sup>);

$F$  – площадь сечения слоя фарша в деже куттера, м<sup>2</sup>;

$n$  – частота вращения ножевого вала, с<sup>-1</sup>;

$\eta_c$  – коэффициент запаса мощности;

$\eta_{пр}$  – КПД привода ножевого вала;

$Z$  – число ножей куттера, шт.

$$F = \frac{V}{2 \cdot \pi \cdot R}, \quad (4)$$

где  $V$  – объем загрузки фаршем, м<sup>3</sup>;

$R$  – расстояние от оси вращения дежи от центра тяжести слоя фарша, м.

$$N_2 = \frac{f \cdot G \cdot v_a}{10^2}, \quad (5)$$

где  $f$  – коэффициент трения качения в подшипниках вала;

$G$  – масса дежи с продуктом, кг;

$v_a$  – окружная скорость вращения вала, м/с.

$$N_3 = \frac{T_1 + T_2}{60 \cdot 10^2 \cdot \tau}, \quad (6)$$

Работа, затрачиваемая на вращения незагруженной дежи во время пуска, кг·м;

$$T_1 = \frac{G_o v^2}{2g}, \quad (7)$$

где  $v$  – линейная скорость, м/с;

$G_b$  – масса дежи и вращающихся частей, кг.

$$T_2 = \frac{0,75 v^2 \rho V}{4g}, \quad (8)$$

где  $\rho$  – плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – геометрическая емкость, м<sup>3</sup>.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего предназначены куттеры.
2. Основное устройства куттера.
3. Принцип работы куттера Л5-ФКМ.
4. Как определяется производительность и мощность электродвигателя куттера.
5. Принцип работы вакуумного куттер ВК-125.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### «ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ШПИГОРЕЗКИ»

*Цель и задачи работы:* Изучение устройства и работы шпигорезки

#### **Горизонтальная гидравлическая шпигорезная машина ГГШМ**

состоит из станины, двухсекционной камеры для узки шпика, ножевых рамок режущего механизма, серповидного ножа, привода ножевого вала и эксцентрика. На чугунной станине расположен гидравлический подвижной цилиндр на неподвижном штоке. На днище цилиндра имеется поршень, подающий шпик к режущему механизму, расположенному под откидным кожухом. Машина приводится в действие от электродвигателя через полумуфту, насаженную на вал масляного шестеренного насоса.

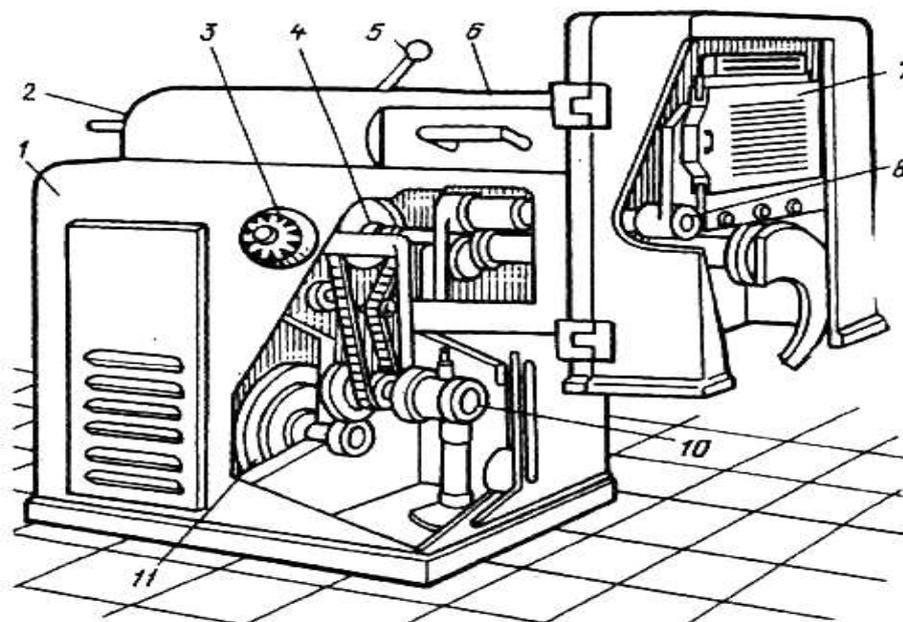


Рисунок 20 – Горизонтальная гидравлическая шпигорезка ГГШМ:

1 – станина; 2 – кожух гидроцилиндра; 3 – регулятор подачи шпика; 4 – привод ножевого вала и эксцентрика; 5 – рукоятка включения; 6 – камера для шпика; 7 – режущий механизм; 8 – качающийся рычаг; 9 – серповидный нож; 10 – масляный шестеренный насос; 11 – электродвигатель

При этом во вращении приводится ножевой вал серповидного ножа, а ножевые рамки начинают совершать возвратно-поступательное движение от качающегося рычага посредством шатуна и эксцентрика, насаженного на

ножевой вал. Подача шпика контролируется регулятором, включают и выключают шпигорезку рукояткой включения.

К этой группе оборудования относятся также машины для резания мяса.

**Машина Я2-ФИА** для измельчения мяса и шпика при производстве ветчины в оболочке. На сварной станине закреплены планетарный нож, блок плоских ножей, бункер, валы (главный, правый и левый эксцентриковые), механическая блокировка, горловина и электрооборудование.

Планетарный нож представляет собой сборную конструкцию — корпус, вращающийся на главном валу с помощью шлицевого соединения. Он служит для поперечной резки сырья, предварительно разрезанного в продольном направлении плоскими ножами.

Блок плоских ножей — две перпендикулярно расположенные рамки с набором ножей, которые, совершая колебательные движения, разрезают сырье в направлении его подачи.

Бункер служит для приема загружаемого сырья, главный вал — для синхронного приведения в движение дискового планетарного ножа и шнека, правый и левый эксцентриковые валы — для приведения в колебательное движение рамок с наборами плоских ножей, блокировка — для предохранения рабочих узлов машины от возможных перегрузок.

#### **Исходные данные**

КПД привода режущего узла шпигорезки = 0,8;

Частота вращения вала серповидного ножа = 0,5 с<sup>-1</sup>;

Отношение времени резания к времени полного оборота ножа  $\alpha = 0,5$ ;

Удельный расход энергии на перерезывание шпика = 90 кДж/м<sup>2</sup>;

Коэффициент эффективного использования проходного сечения блока ножевых рамок = 0,85;

Размеры проходного сечения горловины питателя 0,2, 015 м;

Нормальное напряжение, возникавшее в продукте под действием давления, создаваемого шнековым питателем 4 кН/м<sup>2</sup>;

Касательное напряжение, действующее на поверхности разреза продукта  $=8, \text{ кН/м}^2$ .

### Расчетная часть

#### Расчет производительности и мощности машин для резки шпика

Производительность машин для резки шпика периодического действия определяют по массе единовременно загружаемого продукта, обрабатываемого за время рабочего цикла машин, кг/ч:

$$Q = \frac{3600m}{T_p} = \frac{3600m}{t_3 + t_0}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса кусков шпика, укладываемого в загрузочный короб, кг;

$T_p$  – время рабочего цикла, с;

$t_3$  – время затрачиваемое на укладку кусков шпика в загрузочный короб и поворот короба в рабочее положение, толкателю (загрузочное устройство имеет два короба, что позволяет производить загрузку свободного короба во время процесса измельчения шпика, поэтому определяет временем необходимым для поворота загруженного короба);

$t_0$  – время измельчения порций шпика, с.

$$T_p = t_3 + t_0, \quad (2)$$

$t_0$  – при непрерывной подаче сырья рассчитывают по скорости движения штока толкателя (для вертикальных гидравлических шпигорезок) или гидроцилиндра (для горизонтальных шпигорезок).

Скорость движения толкателя, м/с

$$Ph = \frac{mv^2}{2}, \quad (3)$$

где  $P$  – усилие толкателя, кг;  
 $h$  – ход штока (гидроцилиндра), м;  
 $m$  – масса перемещаемого масла а цилиндре, кг;  
 $v$  – скорость движения масла, м/с.

Отсюда

$$v = \sqrt{\frac{2Ph}{m}}, \quad (4)$$

Тогда

$$t_o = \frac{L}{v} = \frac{L}{\sqrt{\frac{2Ph}{m}}} = \frac{L}{\sqrt{\frac{2hFh}{m}}}, \quad (5)$$

где  $L$  – длина загрузочного короба, м;  
 $P$  – давление масла в гидроцилиндре, Па;  
 $F$  – площадь днища поршня, м<sup>2</sup>.

Для шпигорезки непрерывного действия производительность, кг/ч

$$Q = 3600 F_o \cdot v_o \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (6)$$

где  $F_o$  – площадь проходного сечения горловины питателя, м<sup>2</sup>;  
 $v_o$  – скорость прохождения продукта через блок ножевых рамок м/с;  
 $\rho$  – плотность шпика, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\varphi$  – коэффициент эффективного использования проходного ножевых рамок.

$$F_o = a \cdot b, \quad (7)$$

где  $a, b$  – размеры горловины питателя, м.

В зону резания продукт подается дискретно, так как в момент отсутствия движения шпика кубики отрезается серповидным ножом. За время одного оборота отсекающего ножа толкатель питателя (или шнек питателя) должен продвинуть шпик через блок ножевых рамок на расстояние, равное длине стороны кубика  $d$ .

$$v_o = \frac{d \cdot n}{60}, \quad (8)$$

где  $n$  – частота «ранения» отсекающего ножа, мин<sup>-1</sup>.

Коэффициент эффективного использования проходного сечения ножевых рамок:

$$\varphi = \frac{F_{ж}}{F_o} = \frac{(F_o - F_{пр})}{F_o}, \quad (9)$$

где  $F_{ж}$  – «живое сечение» блока ножевых рамок, м<sup>2</sup>;

$F_{пр}$  – суммарная площадь элементов ножевых рамок (плоских ножей), перекрывающих проходное сечение горловины питателя, м<sup>2</sup>.

Мощность в шпигорезке затрачивается на перерезывание шпика серповидным ножом  $N_1$  и продвижение шпика шнеком питателя через блок ножевых рамок  $N_2$ .

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta}, \quad (10)$$

где  $\eta$  – КПД привода режущего узла шпигорезки.

$$N = \frac{a \cdot \varphi \cdot F}{60 \cdot 1000}, \quad (11)$$

где  $a$  – удельный расход энергии на перерезывание шпика, кДж/м<sup>2</sup>

$$a = 90 \dots 100 \cdot 10^3 \text{ кДж/м}^2;$$

$\varphi$  – коэффициент эффективного использования проходного сечения блока ножевых рамок;  
 $F$  – режущая способность механизма, м<sup>2</sup>/ мин.

$$F_o = \frac{v \cdot c \cdot n}{a}, \quad (12)$$

где  $v, c$  – размеры проходного сечения горловины питателя, м;  
 $n$  – частота вращения вала серповидного ножа, с<sup>-1</sup>;  
 $a$  – отношение времени резания к времени полного оборота ножа ( $a=0,5$ ).

Мощность, необходимая для продвижения шпика шнеком питателя, определяют из условия создания давления на шпик, достаточного для преодоления усилия резания плоскими ножами:

$$N_2 = P_{рез} \cdot v_o, \quad (13)$$

где  $P_{рез}$  – усилие резания плоскими ножами, кг;  
 $v_o$  – скорость продвижения шпика через блок ножевых рамок, м/с.

$$P_{рез} = F_{pee} \delta_{рез} + l \cdot \Sigma \cdot d_{мак} \cdot \tau_{рез}, \quad (14)$$

где  $\delta_{рез}$  – нормальное напряжение, возникавшее в продукте под действием давления, создаваемого шнековым питателем, кН/м<sup>2</sup> ( $\delta_{рез}=4-6$  кН/м<sup>2</sup>);  
 $\tau_{рез}$  – касательное напряжение, действующее на поверхности разреза продукта, кН/м<sup>2</sup>; ( $\tau_{рез}=8-10$  кН/м<sup>2</sup>);  
 $\Sigma l$  – суммарная длина лезвий плоских ножей ножевых рамок, м;  
 $d_{мак}$  – наибольшая величина подачи шпика за один оборот ножа, м.

По рассчитанной мощности производим подбор электродвигателя, расчет привода и выбранного вида передачи.

### **Контрольные вопросы**

1. Предназначение шпигорезки.
2. Основное устройство шпигорезки.
3. Принцип работы шпигорезки машина Я2-ФИА.
4. Как определяется производительность и мощность шпигорезки.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### «ШПРИЦ С ДВУХВИНТОВЫМ ВЫТЕСНИТЕЛЕМ»

*Цель и задачи работы:* Изучение принципа работы шприца, конструкции рабочих органов и расчет некоторых параметров.

Шприц колбасный универсальный предназначен для наполнения колбасной оболочки фаршем под вакуумом при производстве всех видов колбас, кроме сырокопченых. Шприц применяется в колбасных цехах мясокомбинатов и на мясоперерабатывающих предприятиях.

Шприц (рисунок 21) состоит из: бункера 1, вытеснителя 2, фланца 3, цевки 4, искривленной горловины 5, гайки 6, рычажного устройства 7, вакуумного насоса 8, вакуумного патрубка 9, предохранительного клапана 10, фаршесборника 11, вакуумметра 12, станины 13, панели управления 14, ножной педали 15, привода вытеснителя 16, винтов ведущего 17 и ведомого 18.

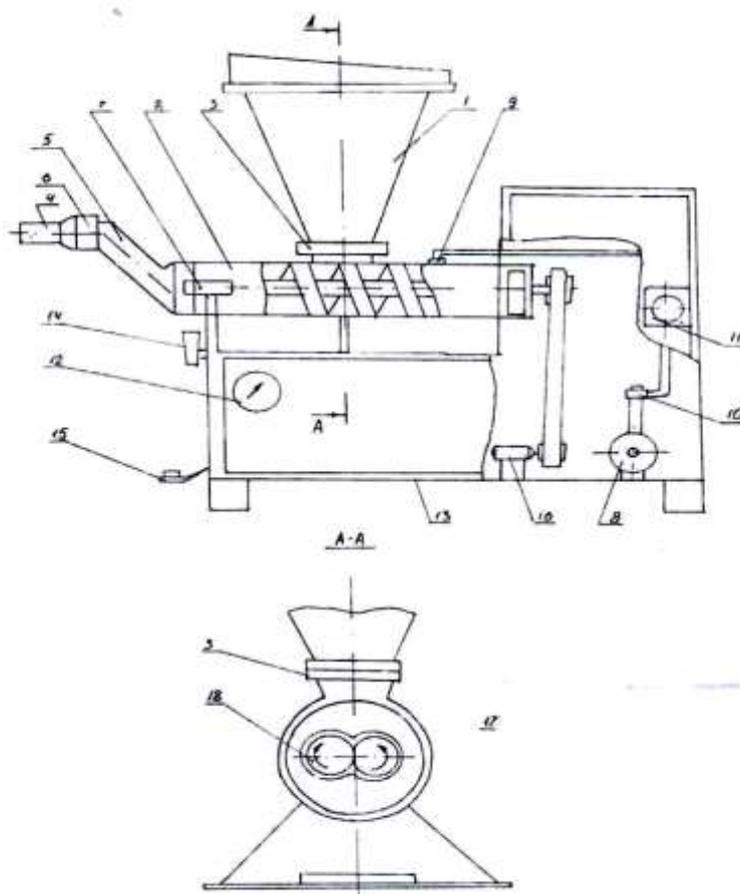


Рисунок 21 – Вакуумный двухвинтовой шприц

Фарш загружается в бункер 1, который крепится к горловине вытеснителя 2 фланцем 3. На цевку 4 одевается оболочка. Цевка крепится к искривленной горловине 5 гайкой 6. Искривленная горловина крепится к вытеснителю 2 рычажным устройством 7.

Вакуумирование в вытеснителе 2 обеспечивается вакуумной системой, состоящей из вакуумного насоса 3 с приводом, вакуумного патрубка 9, предохранительного клапана 10, фаршесборника 11, вакуумметра 12.

Одновременное включение, двигателя привода вакуумного насоса 8 двигателя привода вытеснителя 16 осуществляется панелью управления 14, установленной на станине 13. Нажатием на ножную педаль 15 приводится во вращение ведущий 17 и ведомый 18 винты вытеснителя.

Привод вытеснителя осуществляется от электродвигателя, на валу которого насажен шкив. Фрикционной муфтой вращение передается ведущему валу, в соединении с которым находится винт, через шестерни и вращение передаётся ведомому валу, соединенному с винтом. Шестерни и обеспечивают синхронное вращение винтов. Управление фрикционной муфтой (вращение или остановка винтов) осуществляется рычажной, системой от пневмоцилиндра.

### **Техническая характеристика**

Производительность:

для полукопченых колбас (диаметр оболочки 65мм), кг/ч	2000
вареных колбас (диаметр оболочки 80мм), кг/ч	3000
Номинальный диаметр сменных цевок, мм	18 ,28, 38, 40
Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	
без насадки	0,65
с насадкой	1,10
Высота оси цевки от пола, мм	1000÷1100
Габаритные размеры, мм, не более:	
Длина	1600
Ширина	600
Высота (по загрузочной кромки бункера)	

Без насадки	1470
С насадкой	1520
Установленная мощность , кВт, не более	6,25
Давление в вакуумной системе, МПа (кг/см <sup>2</sup> ), не более	0,04 (0,4)
Масса, кг, не более	320
Количество электродвигателей	2
Двигатель привода вытеснителя тип	АИР112М4УЗ
Мощность, кВт	5,5
Частота вращения, с <sup>-1</sup> (об/мин)	25(1500)
Количество цевок	1
Двигатель привода вакуумного насоса (поставляется с насосом)	
Типа	4А71А4УЗ
Мощность, кВт	0,75
Частота вращения, с <sup>-1</sup> (об/мин)	23,8 (1430)
Количество	1
Пластинчатый роторный насос	2нвр-5дм
Количество	1
Вакуумметр	ВПЗ-У
Пневмораспределитель типа	В79-11А
Количество .....	1

### Порядок выполнения работы

Занести значения следующих параметров:

D – наружный диаметр винта, м.

d – внутренний диаметр винта, м.

S – шаг нарезки винта на выходе, м.

b – толщина гребня винта на выходе, м.

d<sub>1</sub> – малый диаметр шкива

d<sub>2</sub> – большой диаметр шкива

## Расчетная часть

Производительность двухвинтового шприца (по Г. А. Фалееву) определяется по формуле:

$$Q_m = \frac{15\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot s \cdot k \cdot n \cdot \lambda \cdot \rho}{\cos \alpha}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол подъема винтовой линии винта;

$k$  – коэффициент увеличения ширины впадины (1,075);

$\lambda$  – коэффициент подачи (обычно 0,5-0,6);

$n_b$  – число оборотов винта в минуту;

$\rho$  – плотность фарша в кг/м<sup>3</sup> (для вареных колбас-1100).

Угол подъема винтовой линии винта определяется по формуле:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{s}{\pi \cdot d_{cp}}\right), \quad (2)$$

где  $d_{cp}$  – среднее значение диаметра, определяемое по формуле:

$$d_{cp} = \frac{D_a + d_a}{2}, \quad (3)$$

Производительность по истечению фарша из цевки:

$$Q_{ц} = 900 \cdot \pi \cdot D_{ц}^2 \cdot v \cdot n \cdot \rho, \quad (4)$$

где  $v$  – скорость истечения фарша (1,6÷2,6 м/с);

$D_{ц}$  – диаметр цевки по варианту, м;

$n$  – количество цевок.

Число оборотов винта в минуту определяется по формуле:

$$n_e = \frac{n_{эл.дв}}{U_p}, \quad (5)$$

где  $d_1$  – частота вращения вала электродвигателя привода вытеснителя,  
об/мин;

$U_p$  – передаточное число ременной передачи, рассчитываемое по формуле:

$$U_p = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (6)$$

где  $d_1$  – диаметр малого шкива, м<sup>2</sup>;

$d$  – диаметр большого шкива, м;

Мощность двигателя двухвинтового шприца определяется по формуле:

$$N = \frac{Q_v \cdot P \cdot K_3}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_{пр}}, \quad (4)$$

где  $Q_v = \frac{Q_m}{\rho}$  – объемная производительность шприца, м<sup>3</sup>/час;

$P$  – давление шприцевания, МПа;

$K_3$  – 1,3-коэффициент запаса;

$\eta_{пр}$  – КПД привода.

КПД привода определяется:

$$\eta_{пр} = \eta_p \cdot \eta_3 \cdot \eta_n, \quad (5)$$

где  $\eta$  – КПД ременной передачи (0,95);

$\eta_3$  – КПД зубчатой передачи (0,98);

$\eta_n$  – КПД подшипников (0,99).

Занести в таблицу 1 значения следующих параметров, м:

Выполнить расчет по исходным данным из таблицы.

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, МПа	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
D <sub>ц</sub> , м	0,12	0,1	0,08	0,065	0,4	0,38	0,028	0,02	0,018	0,02
v, м/с	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5

### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен шприц?
2. Что является вытеснителем шприца, принцип его работы.
3. Назначение вакуумирования, чем обеспечивается и принцип его работы.
4. Какого размера используется цевка в шприцах?
5. От каких основных параметров зависит производительность рассмотренного шприца?
6. Рассказать кинематическую схему привода шприца.
7. Давление фарша в цевке и мощность привода, в какой зависимости они находятся?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 «АВТОКЛАВ – СТЕРИЛИЗАТОР»

*Цель и задачи работы:* Изучить конструкцию и принцип работы стерилизатора

Предназначен для стерилизации паром или водой консервов, укупоренных в таре.

Стерилизатор (рисунок 22) состоит из стерилизационной камеры 1, водопаровой камеры 2, выполненных заодно из нержавеющей стали. Камеры функционально разобщены. Вентиль 3 перекрывает поступление пара в стерилизационную камеру во время загрузки или разгрузки, при этом сохраняется давление в водопаровой камере 2, для последующих циклов стерилизации. Крышка 4 с кольцевой резиновой прокладкой при затяжке шестью винтовыми прижимами 5 обеспечивает герметичность стерилизационной камеры 1.

Цилиндрический кожух 6 опирается на три ножки 7, служит для уменьшения тепловых потерь и является несущим элементом конструкции.

Воду заливают в водопаровую камеру 2 через воронку 8. Для наблюдения за уровнем воды в водоуказательную колонку 9 вмонтировано стекло. Вода нагревается электронагревателем 10, установленном в нижней части камеры 2.

Вакуум в стерилизационной камере 1 создается эжектором 11. Для восстановления атмосферного давления после эжекции очищенный воздух подается через фильтр 12.

Давление в стерилизационной камере контролируется моновакуумметром 13. На электрическом щите размещены предохранитель 14, рукоятка включения 15, ее сигнальная лампа 16 «Сеть». Включение сети произойдет только при наличии необходимого уровня воды, о чем сигнализирует лампа 17 «Воды нет». Этот уровень контролирует датчик 18, который установлен в нижней части водопаровой камеры 2.

Стерилизатор имеет устройство для автоматического поддержания рабочего давления. Чувствительным элементом этого устройства является

электроконтактный манометр 19, стрелки подвижных контактов которого устанавливаются на давлениях шкалы, соответствующих пределам допустимых измерений рабочего давления.

Предохранительный клапан 20 отрегулирован на давлении 0,23 - 0,26 МПа. Вентиль 21 и эжектор 11 соединены с канализацией для слива конденсата и воды. Вентиль 22 соединен с водопроводом с давлением воды 0,20 МПа. Вентиль 23 соединяет воронку 8 с водоуказательной колонкой 9. Вентиль 24 служит для выпуска конденсата, а также для периодической продувки стерилизационной камеры 1 в процессе стерилизации. Электрические соединения на корпусе стерилизатора находятся в коробке 25.

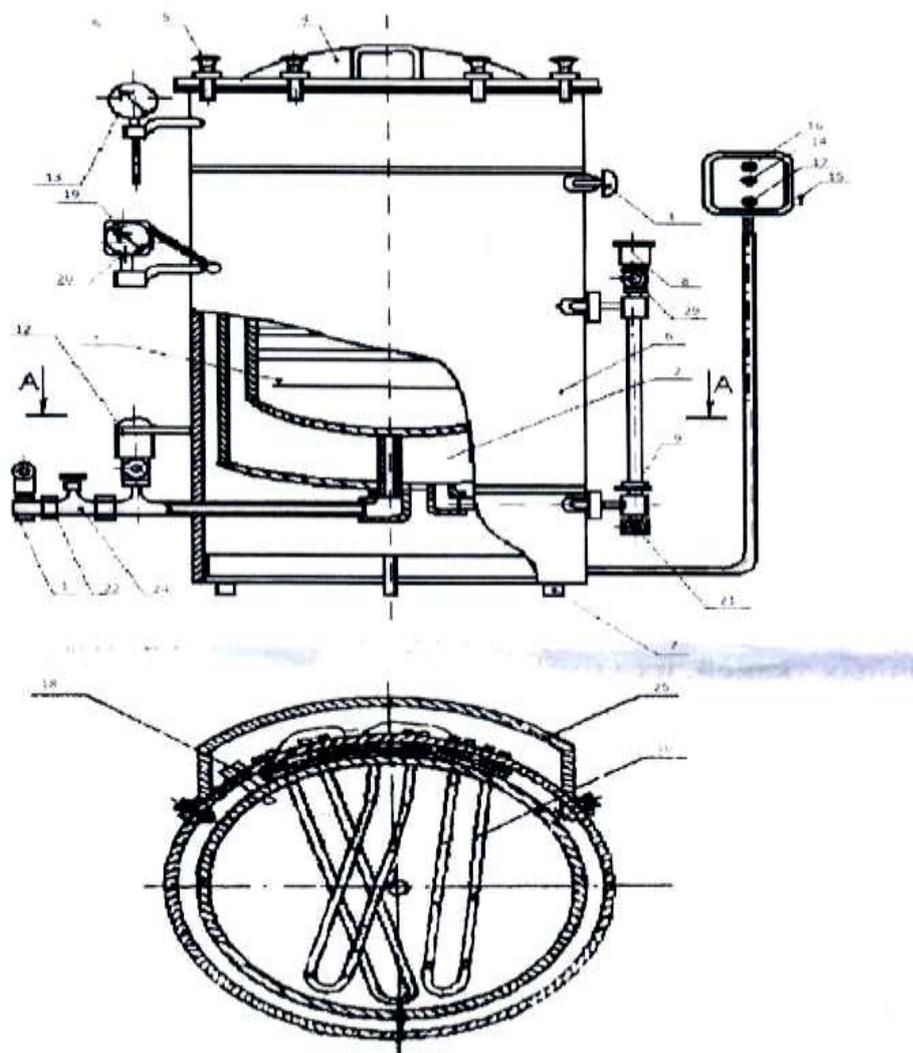


Рисунок 22 – Автоклав-стерилизатор

Стерилизуемый продукт в банках уложить в стерилизационные коробки, коробки одна на другую установить в камеру 1, закрыть крышку 4 и плотно закрепить с помощью винтовых прижимов 5. Включить поворотной рукояткой 15 ТЭНы 10, при этом включается лампа 16. Если в водопаровой камере нет или недостаточный уровень воды, включается лампа 17 «Нет воды», рукоятку 15 отключить. Вода заливается следующим образом: открываются вентили 3, 23 и 24, и через воронку 8 залить воду до уровня между рисками на водоуказательной колонке 9, после чего указанные вентили закрыть и включить снова рукоятку 15. Когда давление пара в водопаровой камере достигнет 0,11 МПа, необходимо открыть вентиль 3, затем вентиль 24 на 0,5 + 1,5 оборота. Вытеснение воздуха из камеры продолжается 10 минут – после продувки закрыть и вентиль 24, и довести давление в стерилизационной камере до нужного режима стерилизации, при этом произойдет первое автоматическое отключение ТЭНов 10 – отсчет начала стерилизации.

По истечении времени стерилизации закрыть вентиль 3, отключить стерилизатор рукояткой 15, охлаждение проводить постепенно, не удаляя пар после стерилизационной выдержки. После охлаждения стерилизатора открыть крышку 4 и извлечь коробки из камеры 1.

Далее загрузить коробки, закрыть таким же образом крышку 4, включить стерилизатор, провести продувку камеры 1 и поднять давление в камере до отключения ТЭНов 10 и провести следующий цикл работы.

Примечание. Во время стерилизации периодически (каждые 15 – 20 минут) кратковременно (на 5 – 10 сек) приоткрывают вентиль 24 для спуска конденсата.

### **Техническая характеристика**

Рабочее давление пара в водопаровой и стерилизационной камере, МПа, не более	0,22
Род тока	переменный
трехфазный	
Частота, Гц	50/60

Напряжение, В	380
Потребляемая мощность, кВт	14
Внутренний диаметр стерилизационной камеры, м	14
Количество режимов стерилизации	2
Параметры первого режима стерилизации:	
Рабочее давление, МПа.....	0,2
Температура, °С	132
Время стерилизационной выдержки, мин	20
Параметры второго режима:	
Рабочее давление, МПа.....	0,11
Температура, °С	120
Время стерилизации, мин	45
Габариты, м	0,24x0,52x1,07
Масса, кг	140

### **Порядок выполнения работы**

Занести значения следующих параметров:

$D_{вн}$  – внутренний диаметр стерилизационной камеры, м;

$D_{нар}$  – наружный диаметр цилиндрического кожуха, м;

$H_{вн}$  – высота цилиндра стерилизационной камеры, м;

$H_{нар}$  – полная высота цилиндрического кожуха, м;

$D_k$  – диаметр корзины, м;

$h_k$  – высота корзины, м;

$d_б$  – диаметр банки, м;

$h_б$  – высота банки, м;

$m_б$  – масса банки, кг;

$m_k$  – масса корзины, кг;

$Z_б, Z_k$  – количество банок в корзине в стерилизаторе.

### **Расчетная часть**

Потери тепла, затраченного на режим разогрева стерилизатора:

$$Q = N \cdot \tau = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 , \quad (1)$$

Потери тепла, затраченного на режим варки:

$$Q' = N' \cdot \tau' = Q'_3 + Q'_4 , \quad (2)$$

Потери тепла на нагрев корпуса стерилизатора:

$$Q_1 = m \cdot c_1 \cdot (t_c + t_g) , \quad (3)$$

где  $m$  – масса стерилизатора, кг – из технических данных стерилизатора;

$t_c, t_g$  – температура стерилизации и воздуха, °С;

$c_1$  – удельная теплоемкость металла стенки стерилизатора, кДж/м

Тепло на нагрев стерилизационных коробок (корзин):

$$Q_2 = z_k \cdot m_k \cdot c_2 \cdot (t_c - t_g) , \quad (4)$$

где  $z_k$  – число корзин в стерилизационной камере;

$m_k - 3,2$  – масса одной корзины, кг;

$c_2$  – теплоемкость металла корзины, Дж/кг·К

Тепло на нагрев консервных банок:

$$Q_3 = z_6 \cdot m_6 \cdot c_6 \cdot (t_c - t_g) , \quad (5)$$

где  $z_6$  – число банок в корзине;

$m_6$  – масса одной банки, кг;

$d, H$  – диаметр банки и ее высота, мм (табл. П.5.)

$c_6$  – теплоемкость металла банки (табл. П.5.).

Для жестяных банок

$$m_6 = 1,2 \cdot \rho \cdot \pi \cdot d \cdot 10^{-6} \cdot (H + 0,5d) , \quad (6)$$

Потери тепла в окружающую среду:

$$\Sigma Q_3 = Q'_3 + Q''_3 , \quad (7)$$

Потери тепла в окружающую среду при фазе подогрева

$$Q'_3 = a' \cdot F \cdot \tau \cdot (t_{cp} - t_6) , \quad (8)$$

$a'$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>·с;

$F$  – общая площадь поверхности стерилизатора, м

$$F = H_{нар} \cdot \pi \cdot (D_{нар} - 0,5D_{нар}^2) , \quad (9)$$

$t$  – время разогрева, с;

$$t_{cp} = \frac{t_6 + t_c}{2} , \quad (10)$$

Потеря тепла в окружающую среду при стерилизации:

$$Q''_3 = a'' \cdot F \cdot \tau_{CT} \cdot (t_c - t_6) , \quad (11)$$

где  $\tau$  – время стерилизации, с.

Потери тепла на нагрев продукта:

$$Q_4 = z \cdot m_{np} \cdot c_{cp} \cdot (t_c - t_6) , \quad (12)$$

где  $m_{np}$  – масса мясопродукта в банке, кг;

$z$  – количество банок;

$c_{cp}$  – теплоемкость мясопродукта, Дж/ кг К. (табл. П.6, П.7, П.8).

Потери тепла на выполнение стерилизации продукта:

$$Q'_4 = z \cdot m_{np} \cdot C_{np} \cdot (t_c - t_6) , \quad (13)$$

Ориентировочно потери тепла на разогрев воды в парогенераторе:

$$Q_5 = m_B \cdot C_B \cdot (t_c - t_6) , \quad (14)$$

где  $C_B$  – теплоемкость воды, Дж/ кг К.

Необходимая мощность нагревателя, соответственно режима разогрева и стерилизации:

$$N = \frac{Q}{\tau_{раз}} , \quad (15)$$

где  $\tau_{раз}$  – время разогрева, с.

$$N = \frac{Q}{\tau_{ст}} , \quad (16)$$

где  $\tau_{ст}$  – время варки, с.

Сравнить рассчитанные мощности с паспортными данными, дать оценку.

Исходные данные к расчету в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	Номер банок	Масса мясопродуктов, кг	Формула стерилизации				Противода вление, $\frac{MN}{m^2}$
			Время разогрева, $\tau_p$ , мин	Время стерилизации, $\tau_c$ , мин	Время охлаждения, $\tau_o$ , мин	Температура стерилизации, $\tau_{сп}$ , мин	
Тушеная говядина							
1	1	0,1	20	50	20	112	
2	3	0,25	20	40	25	120	
3	8	0,37	20	90	20	115	
4	9	0,37	20	90	20	113	
5	12	0,55	30	90	20	115	
6	13	0,88	20	75	60	114	
Свинина отварная							
7	СКО 83	0,5	25	95	30	113	0,25
8	3	0,26	20	90	20	115	
9	8	0,37	20	90	20	115	
10	9	0,37	20	110	20	113	
11	10	0,55	20	125	30	113	
12	СКО 83	0,5	25	95	30	120	0,25
Сосисочный фарш свиной							
13	1	0,1	20	65	20	112	
14	3	0,256	20	80	20	114	
15	8	0,34	20	90	20	114	
16	9	0,35	20	90	20	114	
17	12	0,54	20	100	20	114	
Свинина рубленая							
18	1		10	40	10	121	
19	3		10	50	10	121	
20	4		10	50	10	121	
21	СКО 83		75	30	120	0,25	

### Контрольные вопросы

1. Назначение стерилизатора и от чего зависят режимы стерилизации.
2. Порядок выполнения операций при полном цикле стерилизации.
3. Вопросы техники безопасности при работе на стерилизаторе.
4. Как определить производительность стерилизатора и мощность пароварочной камеры?

## РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бредихин, С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов/ С.А. Бредихин. – М. «Колос», 2005. 2-е изд. 390. с.
2. Оборудование перерабатывающих производств: учебник / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков, П.К. Воронина - М. : ИНФРА-М, 2016. - 362 с.
3. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / В.И. Ивашов – СПб.: «ГИОРД», 2010 г., 736 с.
4. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть II. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов – СПб.: ГИОРД, 2007. – 464 с.: ил.
5. Рогов И.А., Жаринов А.И. Технология и оборудование мясоконсервного производства. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Колос,1994. -270 с.
6. Машины и аппараты пищевых производств. – В 2 кн. Кн. 1: Учеб. Для вузов/ С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков др. – М.: Высшая школа, 2001. – 680 с.
7. Кавецкий, Г.Д. Технологические процессы и производства. – М.: КолоС, 2006. -368 с.
8. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства /под. Ред. В.М. Баутина. – М.: Колос, 2001. – 440с.
9. Тимошенко Н.В. Проектирование, строительство и инженерное оборудование мясной промышленности: Учеб. пособие/ Н.В. Тимошенко, А.В. Кочерга, Г.И. Касьянов. -СПб.: ГИОРД, 2011.-512с.

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

*Методические указания*

*Составители:*

**Сарбатова** Наталья Юрьевна,  
**Забашта** Николай Николаевич,  
**Нестеренко** Антон Алексеевич

Типография Кубанского государственного аграрного университета.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13