

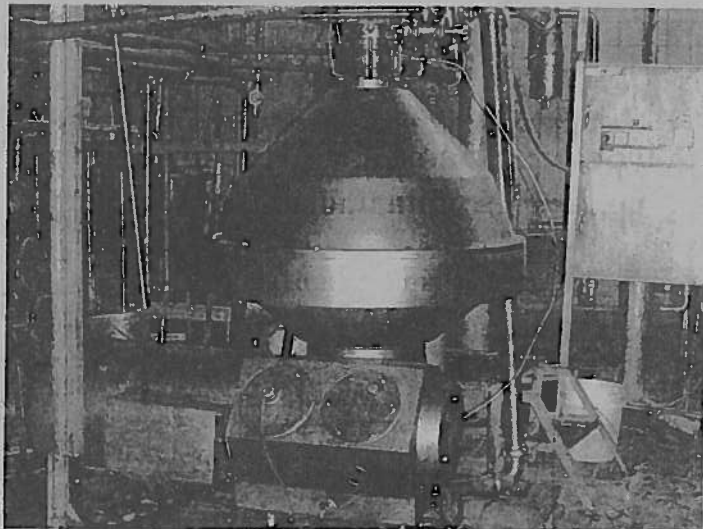
**Башкирский государственный аграрный университет**

**Кафедра  
Технологическое  
оборудование животноводческих и  
перерабатывающих предприятий**

**Г.П. ЮХИН**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**лабораторный практикум**



**Уфа 2012**

УДК 637.1/.3(07)

ББК 36.95 (я7)

Ю 94

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета  
«Пищевые технологии» (протокол № 2 от 17 октября 2011 года)

Составитель: д.т.н., проф. Юхин Г.П.

Рецензент: Зав. кафедрой сельхозмашин, д.т.н., проф. Мударисов С.Г.

Ответственный за выпуск: зав. кафедрой «Технологическое оборудование  
животноводческих и перерабатывающих предприятий» д.т.н., проф. Юхин Г.П.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТОВ ПО НИМ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 НАСОСЫ ДЛЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 СЕПАРАТОР С ЦЕНТРОБЕЖНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ВЫГРУЗКОЙ ОСАДКА	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 ГОМОГЕНИЗАТОРЫ ДЛЯ МОЛОКА	29
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА	39
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 МАСЛООБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛАСТИНЧАТЫЙ	51
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 ОХЛАДИТЕЛЬ ТВОРОГА	63
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 УСТАНОВКА СУШИЛЬНАЯ С РАСПЫЛИТЕЛЕМ МОЛОКА	69
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 АВТОМАТ ДЛЯ РОЗЛИВА МОЛОКА В ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ПАКЕТЫ	79
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9 ФАСОВОЧНО-УКУПОРочный АВТОМАТ ДЛЯ ФАСОВКИ СМЕТАНЫ В СТЕКЛЯННЫЕ БУТЫЛКИ	90
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10 АВТОМАТ ДЛЯ ФАСОВКИ И УПАКОВКИ СЛАДКОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ В ПЕРГАМЕНТ	99
ПРИЛОЖЕНИЯ	109

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Молоко и молочные продукты являются скоропортящимися продуктами. Поэтому выход из строя или частичная остановка технологического оборудования молокоперерабатывающего предприятия приводит к потере сырья, снижению качества продукции, увеличению возврата продукции из торговли, т.е. к большим экономическим потерям. Поэтому будущие инженеры и технологи молокоперерабатывающих производств должны иметь прочные знания по устройству, принципу действия, регулировкам, правилам эксплуатации, расчетам технологического оборудования с тем, чтобы грамотно организовать его техническую эксплуатацию.

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

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

Лабораторные работы выполняются в составе подгруппы, поделенной на несколько звеньев. После изучения соответствующего оборудования, студенты отвечают на контрольные вопросы, затем выполняют необходимые измерения и приступают к составлению отчета.

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 за исключением сложных кинематических схем фасовочных автоматов.

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

- номер лабораторной работы, ее название, дата выполнения;
- назначение оборудования;
- 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  $90^\circ$  по часовой стрелке.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## НАСОСЫ ДЛЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

**1.1 Цель работы:** ознакомиться с принципом работы, устройством и технологическим процессом работы насосов для молока и молочных продуктов. Ознакомиться с особенностями устройства насосов и их отдельных узлов.

**1.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, технологические регулировки, техническое обслуживание и правила эксплуатации, основные различия насосов, ответить на контрольные вопросы, произвести расчеты и составить отчет.

**1.3 Оснащение рабочего места:** насос центробежный молочный 36-ЗЦЗ,5-10, насос шестеренчатый НШМ-10, насос шестеренчатый с внутренним зацеплением НРМ-2, насос винтовой П8-ОНБ, насос коловратный ОРА-10М, насос мембранный УДС-ЗБ, методические указания, инструменты и ключи.

### 1.4 Назначение, устройство и технологический процесс работы

Насосы – это гидравлические машины, преобразующие механическую энергию двигателя в энергию перемещаемой жидкости. Разность давлений жидкости в насосе и трубопроводе обуславливает ее перемещение.

#### 1.4.1 Центробежные насосы

Используются для транспортирования маловязких жидких молочных продуктов (молока, обезжиренного молока, пахты, сыворотки и др.) температурой не выше 90 °С (рисунок 1.1).

Центробежные насосы имеют вращающееся рабочее колесо 1, расположенное в корпусе, в котором имеются отверстия для подвода жидкости к лопастному колесу и для отвода потока жидкости от него. В корпусе происходит преобразование энергии потока в давление. Рабочее колесо 1 представляет со-

бой камеру, в которой расположена система лопастей 4 образующих криволинейные каналы для отвода жидкости.

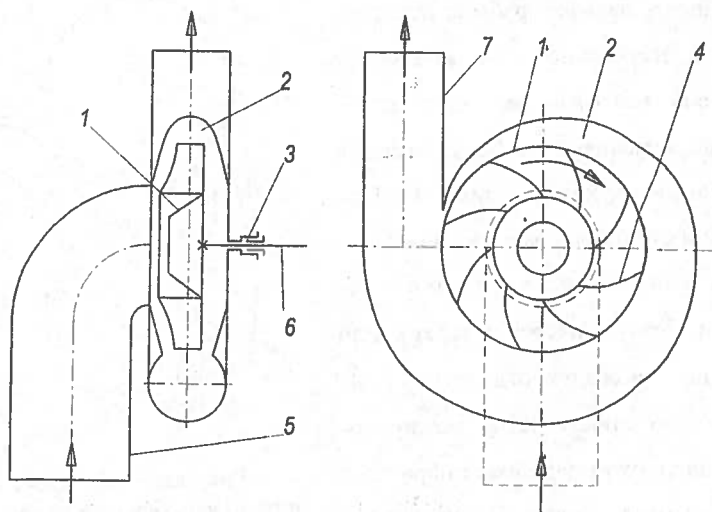


Рисунок 1.1 Центробежный насос

1 – лопастное колесо; 2 - спиральная камера корпуса; 3 - уплотнение; 4 - лопасть; 5 - всасывающий трубопровод; 6 - вал; 7 - напорный патрубок

При вращении рабочего колеса 1, заполненного жидкостью, возникает силовое взаимодействие рабочего колеса с потоком, в результате чего жидкости сообщается вращательное и поступательное движение в каналах. Под действием давления и скорости жидкость из каналов рабочего колеса нагнетается в спиральный или кольцевой канал 2, а затем в напорный патрубок 7. При этом в центральной части рабочего колеса создается вакуумметрическое давление, обеспечивающее непрерывное поступление новых порций молока. Насос не может всасывать жидкость, если всасывающий трубопровод заполнен воздухом.

Самовсасывающий центробежный насос способен самостоятельно всасывать жидкость на определенную высоту, перекачивать продукт отдельными порциями, он может быть установлен на несколько метров выше уровня питающего резервуара. Высота всасывания зависит от сопротивления всасывающего трубопровода и от температуры молока, но не может превышать 6-7 метров.

Принцип действия самовсасывающего насоса (рисунок 1.2) следующий. Перед началом работы насос заполняют перекачиваемой жидкостью до уровня всасывающего патрубка 3. При этом заполняется рабочая камера и частично воздухоотделитель 1. При вращении рабочего колеса в начальный момент жидкость отбрасывается к периферии корпуса насоса и через сопло 2 поступает в воздухоотделитель 1, из которого по пространству между соплом и патрубком перетекает обратно в рабочую камеру насоса. В рабочей камере создается вакуумметрическое давление, воздух засасывается из трубопровода, образовавшаяся воздушно-жидкостная смесь, поступает в воздухоотделитель, откуда жидкость, освободившаяся от воздуха, возвращается в периферийную часть рабочей камеры насоса. После полного удаления воздуха из всасывающего трубопровода самовсасывающий насос начинает работать как обычный центробежный насос. После остановки насоса часть рабочей жидкости остается в колене всасывающего патрубка для обеспечения следующего пуска.

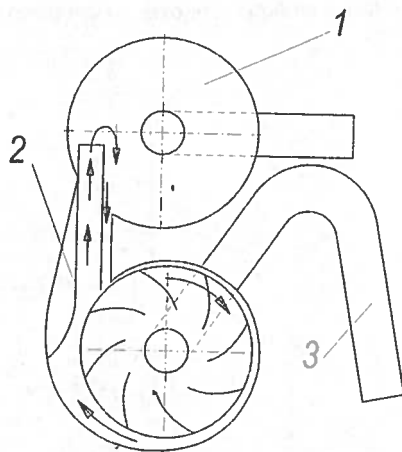


Рисунок 1.2 Самовсасывающий центробежный насос  
1 — воздухоотделитель; 2 — сопло;  
3 — всасывающий патрубок

Характеристикой центробежного насоса (рисунок 1.3) называется кривая, выражающая взаимосвязь объемной подачи и напора. Здесь же наносятся кривые потребной мощности и коэффициента полезного действия (к.п.д). Характеристика насоса позволяет определить объемную подачу, мощность и к.п.д. насоса при различных напорах.

При отсутствии характеристики в условиях эксплуатации напор, потребляемая мощность и к.п.д. могут быть определены расчетным путем. Для определения приближенного значения максимального напора необходимо знать частоту



вращения рабочего колеса, его диаметр и гидравлический к.п.д. Для закрытого или полузакрытого рабочего колеса с лопастями изогнутыми против направления вращения, напор (Па) определится по формуле

$$H = \varphi \cdot (\pi \cdot D \cdot n)^2 \cdot \rho / 2,$$

где  $\varphi$  – коэффициент напора, для указанного типа насоса составляет 0,8-0,9;

$D$  – наружный диаметр рабочего колеса, м.

$n$  – частота вращения рабочего колеса,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\rho$  – плотность перемещаемой жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

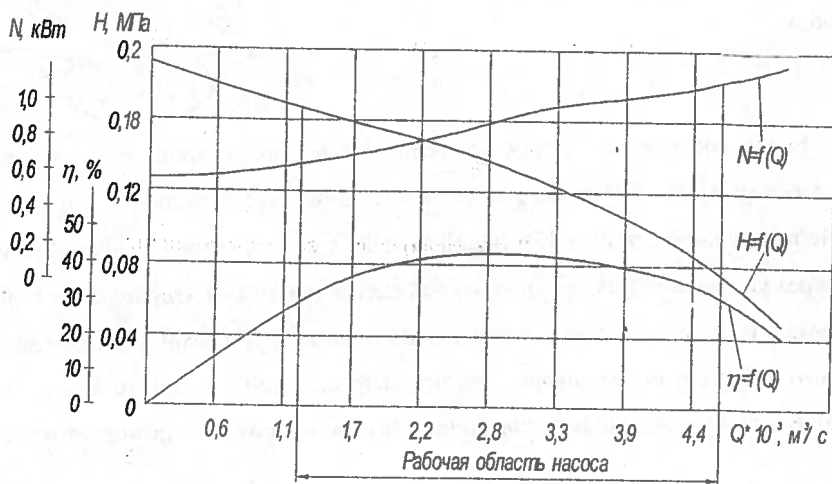


Рисунок 1.3 Рабочая характеристика самовсасывающего электронасоса 36-3ЦЗ,5-10

Полезная мощность  $N$  потребляемая насосом определяется по формуле

$$N = Q \cdot H,$$

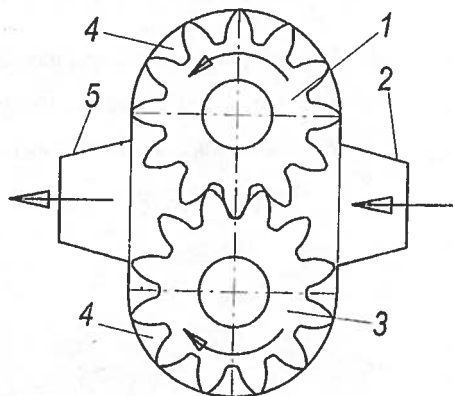
где  $Q$  – объемная подача насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

### 1.4.2 Насос шестеренный НШМ-10

Предназначен для перекачивания вязких молочных продуктов с кинематической вязкостью до  $0,01 \text{ м}^2/\text{с}$  и температурой до  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  на предприятиях молочной и маслодельной промышленности.

Рисунок 1.4 Принципиальная схема шестеренного насоса НШМ-10

1 – ведущая шестерня; 2 – всасывающий патрубок; 3 – ведомая шестерня; 4 – рабочие полости; 5 – нагнетательный патрубок



Насос состоит из корпуса, основания и электродвигателя. Рабочим органом насоса (рисунок 1.4) являются две шестерни из нержавеющей стали, заключенные в латунном корпусе. Крутящий момент с вала электродвигателя передается через упругую муфту на ведущий вал насоса и затем на ведущую шестерню 1. Ведомая шестерня 3 напрессована на ведомый вал. Опорами для ведущего и ведомого валов служат бронзовые втулки, запрессованные в корпус насоса. Уплотнение между основанием и корпусом достигается сжатием резинового кольца.

Принцип работы насоса заключается в следующем: продукт поступает через всасывающий патрубок 2, заполняет свободные рабочие полости 4 и переносится в зону нагнетания, где вытесняется из рабочих полостей зубьями шестерен, входящими в зацепление.

Теоретическая подача ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) шестеренного насоса может быть определена по формуле

$$Q_m = 2 \cdot \pi \cdot b^3 \cdot n \cdot m^2 \cdot z,$$

где  $b$  – ширина зуба шестерни, м;  $n$  – частота вращения,  $\text{с}^{-1}$ ;

$m$  – модуль, м;  $z$  – число зубьев.

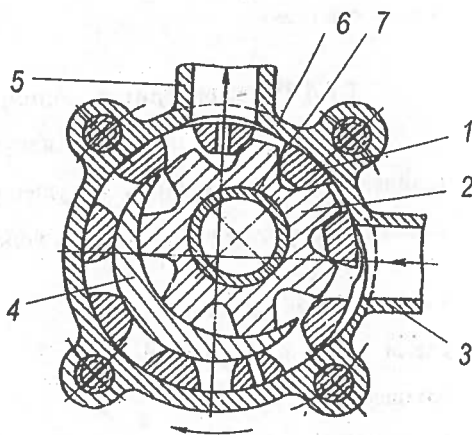
Для насоса НШМ-10  $b=70 \text{ мм}$ ,  $m=6 \text{ мм}$ .

### 1.4.3 Ротационный (шестеренный) насос НРМ-2

Насос НРМ-2 выполнен с внутренним зацеплением шестерен. Он предназначен для перекачивания молочных продуктов (сливки, смесь для мороженого, сгущенное молоко и т. п.) вязкостью не выше  $0,015 \text{ м}^2/\text{с}$ .

Рисунок 1.5 Принципиальная схема шестеренного насоса с внутренним зацеплением

1 – зубчатый ротор; 2 – шестерня;  
3 – всасывающий патрубок; 4 – серповидный выступ; 5 – нагнетательный патрубок; 6 – корпус; 7 – палец



Внутри корпуса 6 (рисунок 1.5) расположен зубчатый ротор 1, соединенный с валом электродвигателя. Внутри ротора эксцентрично расположена шестерня 2, так что часть ее зубьев входит в зацепление с зубьями ротора 1. Шестерня 2 надета на палец 7 и свободно на нем вращается. Палец 7 прикреплен эксцентрично к крышке, с внутренней стороны которой имеется серповидный выступ 4. Он располагается между зубьями ротора 1 и шестерни 2 и облегает почти половину наружной поверхности шестерни. Серповидный выступ 4 служит для предупреждения обратного перетекания жидкости из нагнетательной во всасывающую полость и является замыкающей поверхностью для переноса порций продукта.

Принцип работы насоса заключается в следующем. Продукт поступает через всасывающий патрубок 3 в камеру корпуса насоса, заполняет впадины между зубьями ротора 1, и шестерни 2, которые при вращении переносят порции продукта на нагнетательную полость. Здесь зубья ротора 1 и шестерни 2 входят в зацепление, и продукт вытесняется в нагнетательный патрубок 5.

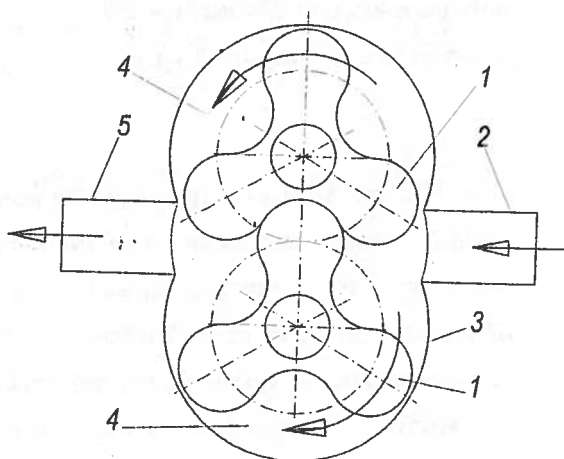
Поворотом крышки насоса относительно корпуса меняется положение серповидного выступа и шестерни относительно всасывающего патрубка. При повороте серповидного выступа по часовой стрелке уменьшаются объемы впадин в зоне всасывающего патрубка, соответственно уменьшается производительность насоса.

#### 1.4.4 Насос роторный (коловратный) ОРА-10

Предназначен для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов (сливки, концентрированное и сгущенное молоко с концентрацией не выше 45%, смеси для мороженого, кисломолочные продукты) с температурой до 90 °С.

Рисунок 1.6 Принципиальная схема роторного (коловратного) насоса ОРА – 10М

1 – ротор; 2 – всасывающий патрубок; 3 – корпус; 4 – рабочие полости; 5 – нагнетательный патрубок



Насос роторный ОРА-10М (рисунок 1.6) состоит из следующих основных узлов: рамы, привода насоса, собственно насоса и кожуха. Рама насоса представляет собой сварную конструкцию из листового материала и предназначена для монтажа привода насоса, собственно насоса и регулирующих узлов. Привод насоса состоит из электродвигателя, ременной передачи, пары синхронизирующих шестерен, заключенных в корпус, и предназначен для передачи крутящего момента от электродвигателя к каждому ротору типа «Руте».

Принцип работы насоса заключается в следующем. Продукт в зоне всасывания, заполняет рабочие полости между лепестками роторов 1, перемещается в зону нагнетания и там вытесняется лепестками роторов в нагнетательный патрубок 5.

### 1.4.5 Винтовой насос П8-ОНД

Винтовые насосы относятся к объемным, жидкая среда в них перемещается вдоль оси вращения рабочих органов в результате периодического изменения объема занимаемой ею камеры, попеременно сообщаемой с входом и выходом насоса. Винтовые насосы имеют малое перемешивание перекачиваемой жидкости, равномерную подачу и обеспечивают хорошее всасывание. Наибольшее распространение получили одновинтовые насосы.

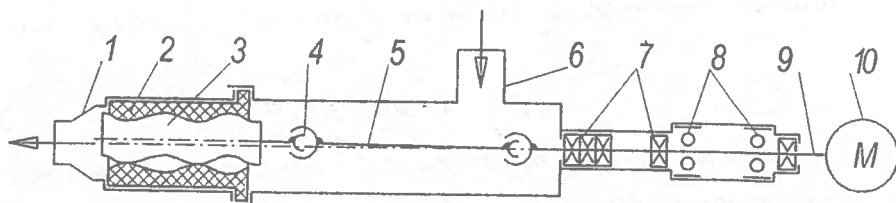


Рисунок 1.7 Схема одновинтового насоса

1 – корпус; 2 – обойма; 3 – винт; 4 – шарнир; 5 – карданный вал; 6 – всасывающий патрубок; 7 – уплотнение; 8 – подшипниковый узел; 9 – приводной вал; 10 – электродвигатель.

Винт 3 представляет собой вал круглого сечения из нержавеющей стали, изогнутый по винтовой линии с шагом  $t$ . Обойма 2 изготовлена из пищевой резины, представляет собой полый цилиндр с профилированной внутренней поверхностью в виде двухзаходного винта, шагом  $T=2*t$ . Винтовые поверхности обоймы 2 и винта 3 имеют одно направление вращения. Винт 3 вращается в обойме 2 без осевого перемещения, причем ось винта 3 вращается по окружности с радиусом равным эксцентриситету –  $e$ . Винтовые поверхности обоймы и винта контактируют по синусоиде (верхняя часть винта и обоймы на рисунке 1.7). Перемещение продукта обеспечивается за счет вытеснения его вращающимся винтом по спиральным каналам обоймы. Например, при повороте винта на  $180^\circ$  оба выступа винта окажутся в соответствующих впадинах обоймы, а две порции продукта переместятся при этом в сторону полости нагнетания на величину половины шага обоймы –  $T/2$ . Вращение от приводного вала 9 передается

на винт с помощью специального звена 5 – карданного вала, шарнира, эластичной муфты и др.

В существующих конструкциях насосов величины эксцентриситета находятся в пределах 1-8 мм. Чем меньше эксцентриситет, тем спокойней и продолжительней работает насос. Винт в упругой обойме может иметь зазор или натяг. При определенном давлении жидкости образуется небольшой зазор, через который часть продукта может перетекать из области нагнетания в область всасывания.

Действительная объемная подача винтового насоса ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) будет составлять

$$Q = 4 \cdot e \cdot D \cdot T \cdot n \cdot \eta_0,$$

где  $e$  – эксцентриситет, м;  $T$  – шаг обоймы, м;  $D$  – диаметр сечения винта, м;  $n$  – частота вращения винта,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\eta_0$  – объемный к. п. д., учитывающий утечки (для одновинтовых насосов колеблется в пределах 0,65-0,9).

Для насоса П8-ОНД  $e=7$  мм,  $D=32$  мм,  $T=104$  мм.

Напор одновинтового насоса определяется разностью между давлением нагнетания и давлением всасывания и складывается из перепадов давления по шагам обоймы  $\Delta p$ . Определенному значению напора  $H$  соответствуют определенная величина утечек  $q_{\text{ут}}$  и определенная подача  $Q$ . Напор насоса не зависит от частоты вращения винта. Для насосов, работающих на давлении до 1 МПа, принимают перепад давления по шагам обоймы  $\Delta p$ , равным 0,15-0,25 МПа.

#### 1.4.6 Мембранный насос ОНМ-6

Насос ОНМ-6 предназначен для подачи сливок жирностью 50% на охлаждение в маслообразователь, а также для подачи закваски в резервуары при производстве мягкого диетического творога отдельным способом. Его можно использовать для перекачивания сливок, сметаны и закваски вне линии.

Основным рабочим органом насоса (рисунок 1.8) является диафрагма 14, закрепленная между фланцами корпуса и крышкой насоса 6. Крышка насоса 6 изготовлена из нержавеющей стали.

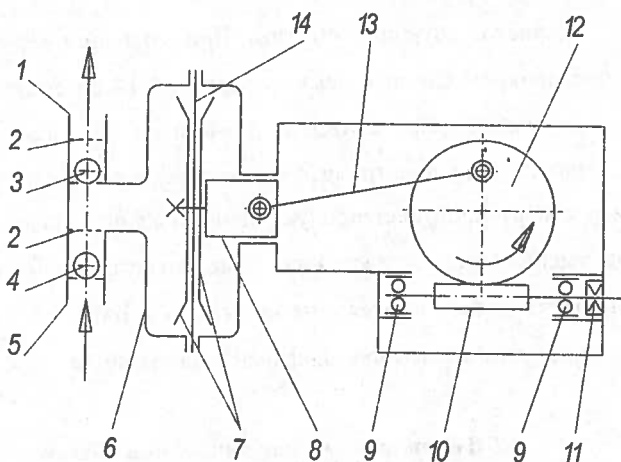


Рисунок 1.8 Схема мембранного насоса ОНМ-6

1, 5 – нагнетательный и всасывающий патрубки; 2 – ограничитель; 3, 4 нагнетательный и всасывающий клапаны; 6 – крышка насоса; 7 – тарелки; 8 – поршень; 9 – подшипниковый узел; 10 – червячный вал; 11 – уплотнение; 12 – червячное колесо с кривошипом; 13 – шатун; 14 – диафрагма

К центру мембраны 14 присоединен поршень 8. По обе стороны диафрагмы 14 установлены тарелки 7, они ограничивают изменение формы диафрагмы и воспринимают давление внутри камеры. Поршень 8 перемещается в гильзе и получает возвратно-поступательное движение от шатуна 14. Шатун надет на эксцентриковую шейку червячного колеса 12, которое получает вращение от червяка 10. Шарикоподшипники, червячная пара и трущиеся части кривошипа – шатунного механизма смазываются при разбрызгивании масла, заливаемого внутрь корпуса. Передаточное число червячной пары равно 56. Эксцентриситет эксцентрика колеса равен 12 мм. Ход мембраны 24 мм. Вращение от электродвигателя на червяк 10 передается через клиноременную передачу. Натяжение ремней производится перемещением электродвигателя. Изменять производительность насоса можно изменением диаметра шкива и величины эксцентриситета кривошипа, т.е. изменением числа ходов мембраны в единицу времени и величины хода мембраны. Диафрагма 14 изготовлена из пищевой резины средней твердости.

Насос работает следующим образом. При вращении червячного колеса 12 поршень 8 с прикрепленной к нему диафрагмой 14 совершает возвратно - поступательное движение. При движении диафрагмы 14 вправо в рабочей камере насоса создается вакуумметрическое давление, всасывающий клапан 4 открывается, и в камеру поступает продукт, при движении диафрагмы 14 влево объем камеры уменьшается, создается давление, нагнетательный клапан 3 поднимается, и продукт выталкивается в нагнетательный патрубок 1. В это время под давлением продукта всасывающий клапан 4 закрывается.

### 1.5 Техническая характеристика насосов

Таблица 1.1 Техническая характеристика молочных насосов

Показатель	36-3Ц3,5-10	НШМ-10	НРМ-2	ОРА-10М	П8-ОНД	ОНМ-6
Объемная подача, м <sup>3</sup> /ч	13	10	0,2-2	10	2,25-4,6	0,5
Давление нагнетания, МПа, не более	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Частота вращения рабочих органов, с <sup>-1</sup>	47,25	15,92	15,5	15	8,8-15,8	-
Число зубьев шестерен, лопастей	4	12	9/7	3	-	-
Диаметр отверстия всасывающего и нагнетательного патрубков, мм	36	50	36	45	50	36
Установленная мощность, кВт	1,1	3	1,1	1,5	1,5	0,4
Габаритные размеры, мм						
Длина	520	800	480	630	1125	635
ширина	225	300	264	400	500	465
высота	503	350	209	360	560	428
Масса, кг	21	127	33,5	90,7	105	65



## 1.6 Контрольные вопросы

- 1) Как регулируется производительность насосов различных типов?
- 2) Какие типы насосов целесообразно использовать для транспортировки вязких, а какие для маловязких молочных продуктов?
- 3) В каком случае применяются самовсасывающие центробежные насосы?
- 4) Как из рабочей характеристики центробежного насоса определить его рабочую область?
- 5) Насосы каких типов можно использовать в качестве дозаторов?

## 1.7 Составление отчета

В отчете необходимо описать назначение, устройство, принцип действия насосов для молока и молочных продуктов, привести принципиальные схемы насосов (по указанию преподавателя). Провести необходимые замеры, рассчитать основные характеристики насосов и сравнить полученный результат с паспортными данными. Привести ответы на контрольные вопросы.

## 1.8 Библиографический список

- 1.8.1. Волчков И.И., Волчков В.И. Насосы для молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 208 с.
- 1.8.2 Паспорт. Насос ротационный молочный типа НРМ-2. – М.: ЦНИИТЭИМС, 1974. – 18 с.
- 1.8.3 Паспорт и инструкция по эксплуатации и обслуживанию. Электронасосы центробежные для жидких молочных продуктов тип 36-1Ц1,8-12 и 36-1Ц2,8-20 марка Г2-ОПА и Г2-ОПБ. – Бийск, 1989. – 14 с.
- 1.8.4 Паспорт. Насос шестеренный НШМ-10. – М., 1980. – 17 с.
- 1.8.5 Паспорт. Насосы роторные ВЗ-ОРА-10. – Брест, 1989. – 13 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

# СЕПАРАТОР С ЦЕНТРОБЕЖНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ВЫГРУЗКОЙ ОСАДКА

**2.1 Цель работы:** изучить конструкцию и правила использования сепаратора с периодической выгрузкой осадка.

**2.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, технологический процесс, регулировки и правила эксплуатации сепаратора, рассчитать его производительность и периодичность выгрузки осадка.

**2.3 Оснащение рабочего места:** сепаратор Ж5-ОХ2-С, методические указания, учебные плакаты, набор ключей и приспособлений.

**2.4 Назначение сепаратора.** Сепаратор Ж5-ОХ2-С с центробежной автоматической периодической выгрузкой осадка предназначен для очистки молочной, творожной или подсырной сыворотки от молочного жира и казеиновой пыли.

**2.5 Устройство сепаратора.** Сепаратор Ж5-ОХ2-С закрытого типа, т.е. сырье и продукты разделения движутся по трубам, не соприкасаясь с воздухом. Монтажная схема сепаратора (рисунок 2.1) включает в себя сепаратор, электропульт, гидросистему и соединительные трубопроводы. Сам сепаратор имеет следующие основные узлы: приемно-выводное устройство, барабан, крышку, камеру для сбора осадка с двумя циклонами, чашу, станину и привод.

В целом конструкция сепаратора Ж5-ОХ2-С аналогична конструкции сепаратора СПМФ-2000, который был изучен ранее. Принципиальные отличия имеются в приемно-выводном устройстве (закрытый и полупрозрачный типы сепараторов) и в конструкции барабана, обеспечивающей импульсную разгрузку осадка в процессе работы сепаратора.

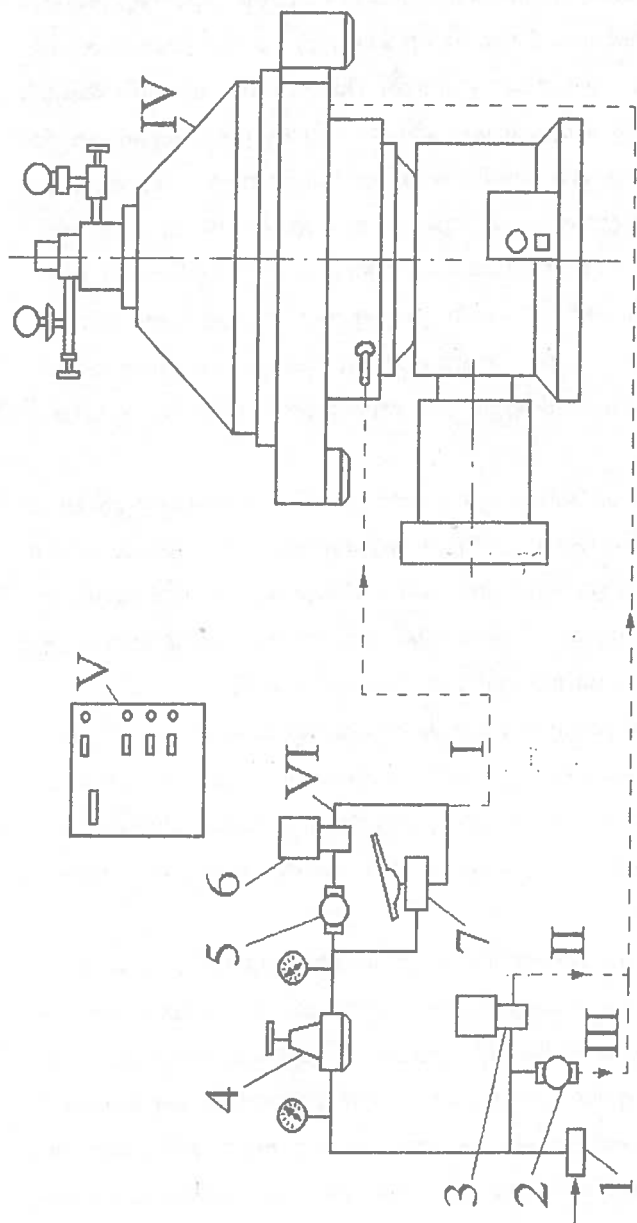


Рисунок 2.1 Монтажная схема управления выгрузки осадка у сепаратора JS-OX2-C

I-водопровод для автоматического управления открытием и закрытием барабана, для «подпитки» при автоматическом или для «подпитки» и «разгрузки» при ручном управлении; II,III-водопроводы для удаления осадка из приемника при автоматическом и ручном управлении; IV- сепаратор; V- электропульт; VI-гидросистема; 1-фильтр; 2,5-кран ручной; 3,6-кран электромагнитный; 4-редуктор; 5-кран трехходовой.

**2.6 Технологический процесс работы сепаратора.** Сыворотка, попадая через питающую трубу в барабан, проходит через отверстия тарелкодержателя в вертикальные каналы пакета тарелок, распределяется в межтарелочных зазорах, где происходит процесс очистки сыворотки. Под действием центробежной силы казеиновая пыль как более тяжелая часть отбрасывается к периферии барабана, а жир оттесняется к оси барабана. Поток очищенной сыворотки под давлением проходит между пакетом тарелок и внутренней поверхностью крышки барабана в камеру, где захватывается напорным диском обрата и выходит через приемно-выводное устройство в трубопровод для очищенной сыворотки. Жир собирается в другой камере захватывается напорным диском сливок и выводится через приемно-выводное устройство в трубопровод молочного жира.

Примеси, как имеющие большую плотность, отбрасываются в грязевое (шламовое) пространство барабана и из него периодически выбрасываются в приемник шлама через разгрузочные отверстия. Разгрузочные отверстия открываются при опускании поршня. Управление поршня осуществляется через гидросистему сепаратора автоматическим или ручным способом.

Гидросистема сепаратора служит для подпитки барабана водой, управления выгрузкой осадка из барабана, а также для промывки приемника осадка. Гидросистема (рисунок 2.1) состоит из двух частей: одна устанавливается отдельно от сепаратора, а другая на сепараторе. Обе части соединяются между собой гибким шлангом.

Питание гидросистемы осуществляется от водопроводной сети с давлением воды не менее  $2,4 \cdot 10^5$  Па, температура воды не выше  $25^\circ\text{C}$ . На входе воды установлен фильтр 1, улавливающий различные примеси, могущие нарушить работу клапанных устройств. Пневматический редукционный клапан 4 регулирует давление воды, поступающей из сети, до требуемого значения. Манометры показывают давление поступающей воды и давление воды в гидросистеме сепаратора. Трехходовый кран 7 имеет четыре положения: 1-выгрузка

полная, 2-выгрузка частичная, 3-подпитка, 4-кран закрыт; остальные краны имеют два положения.

Положение кранов при различных режимах работы сепаратора и различных режимах управления показано в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Положение кранов гидросистемы

Выполняемые операции	Управление	Позиции кранов (рисунок 1)				
		ручных		электромагнитных		трехходового
		2	5	3	6	
Пуск	руч	зак	зак	зак	зак	4
Сепарирование	руч	зак	зак	зак	зак	3
	авт	зак	отк	зак	зак	3
Частичная разгрузка	руч	отк	зак	зак	зак	2
	авт	зак	отк	отк	отк	3
Полная разгрузка	руч	отк	зак	зак	зак	1

Пуск сепаратора осуществляется без давления воды в гидросистеме (все краны закрыты), а поршень в барабане находится в нижнем положении. Через 8-12 минут барабан набирает рабочую частоту вращения. Фрикционная центробежная муфта во время разгона нагревается, даже возможно появление дыма. При разгоне появляется повышенная вибрация, т.к. ротор проходит через критическую скорость вращения, при рабочей скорости вибрация исчезает. После этого трехходовый кран 7 (рисунок 2.1) переводится в положение подпитки, при этом вода подается через трубку 2 (рисунок 2.2) в верхнюю часть распределительного кольца 1. Затем вода по вертикальному каналу 3 попадает под поршень 4 и поднимает его вверх - шламовое пространство герметизируется (рисунок 2.2). Поршень клапана 13 при этом прижат центробежной силой к седлу и вода не может покинуть полость под поршнем. В полость под поршень в этом случае поступает небольшое количество воды, необходимое для компенсации утечек воды через уплотнения. Избыточная вода возвращается из-под полости поршня 4 по верхнему наклонному каналу в полость распределительного кольца,

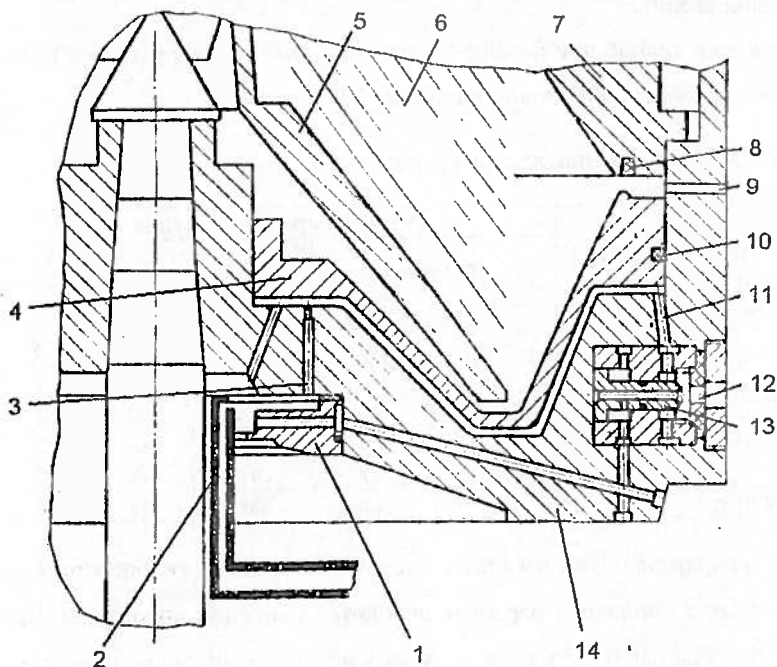


Рисунок 2.2 Барабан

1 – кольцо распределительное; 2 – трубка для подачи воды; 3 – вертикальный канал; 4 – поршень; 5 – тарелкодержатель; 6 – пакет рабочих тарелок; 7 – крышка барабана; 8, 10 – кольцо уплотнительное; 9 – разгрузочное окно; 11 – канал; 12 – отверстие для выброса воды; 13 – клапан; 14 – основание барабана.

а из него по нижнему наклонному каналу поступает к золотнику клапана 13 и стравливается через его дроссельное отверстие малого диаметра, центральный канал и отверстие 12. В таком положении сепаратор готов для приема продукта.

В процессе работы шламовое пространство заполняется механическими примесями, после чего частицы примесей станут уноситься с очищенным продуктом, т.е. очистка от примесей прекратится. Для продолжения нормальной работы сепаратора необходимо удалить примеси, накопившиеся в грязевом

пространстве. Для этого открывают кран 2 (рисунок 2.1), через него подается вода для охлаждения и смачивания приемника шлама перед выгрузкой осадка из барабана. Затем трехходовый кран 7 на доли секунды переводят в положение частичной выгрузки 2. В положении 2 через трехходовой кран поступает большое количество воды, поэтому полость распределительного кольца 1 (рисунок 2.2) переполняется и буферная вода через нижний канал кольца поступает в полость золотника клапана 13. Дроссельное отверстие в золотнике клапана 13 не успевает сбросить такое количество воды, поэтому создавшееся давление воды перемещает золотник клапана к центру, преодолевая действие центробежной силы. При этом вода из-под поршня 4 уходит наружу барабана через канал 11 и отверстие 12, вода подпитки, поступающая через вертикальный канал 3 с дросселем не успевает компенсировать такой выброс воды. Поршень 4 опускается вниз, открывая разгрузочные окна 9. Накопившиеся примеси выбрасываются центробежными силами в приемник шлама, смешиваются там со смывной водой и уносятся через циклоны в канализацию. В следующий момент после возвращения трехходового крана в режим подпитки поступление воды уменьшается, создавшееся ранее давление воды в полости золотника клапана 13 исчезает и золотник под действием центробежной силы снова перемещается к периферии, закрывая отверстие 12. Это приводит к герметизации полости под поршнем, и он за счет воды подпитки поднимается вверх, закрывая разгрузочные окна 9. После этого закрывается кран 2 (рисунок 2.1) и сепаратор продолжает работать до следующей разгрузки.

При автоматической разгрузке вода в приемник шлама поступает через электромагнитный кран 3, а импульс воды в гидросистему сепаратора подается через кран 6, кран 5 в автоматическом режиме должен быть обязательно открытым.

В момент разгрузки частота вращения барабана несколько уменьшается, так как значительная часть энергии уносится вместе с удаляемыми примесями. Затем частота вращения барабана восстанавливается.

При полной разгрузке золотник клапана 13 (рисунок 2.2) и поршень 4 перемещаются на свои полные ходы, при этом через выгрузные окна выбрасываются не только механические примеси, но и вся жидкость, находящаяся в полости барабана. Барабан резко затормаживается, поэтому полную разгрузку осуществляют только после прекращения подачи продукта в барабан.

## 2.7 Основные регулировки сепаратора Ж5-ОХ2-С

- 1) Количество поступающей сыворотки регулируется краном на входе в приемно-выводное устройство.
- 2) Давление сливок и обраты регулируется регулировочными винтами соответственно на патрубках для сливок и обраты. При эксплуатации сепаратора следует помнить, что полнота выделения жира из сыворотки зависит от: частоты вращения барабана; от температуры и кислотности сыворотки ( $t_{\text{опт}} = 40 \pm 5$  °С, кислотность  $\leq 20$  °Т); от равномерности хода барабана (отсутствие вибрации); от присутствия воздуха в сыворотке (подающий насос не должен подсасывать воздух); от состояния прокладки, разделяющей полости патрубков для сливок и обраты; от полноты сжатия пакета тарелок в барабане; от жирности получаемых сливок (при жирности сливок выше 40% обезжиривание сыворотки ухудшается).
- 3) Давление воды в гидросистеме сепаратора регулируется винтом редуктора 4 (рисунок 2.1) при заворачивании винта давлением воды увеличивается, это приводит к увеличению объема выбрасываемого осадка. Но если давление в водопроводной сети меньше  $2,4 \cdot 10^5$  Па, то потребуются принять меры для повышения этого давления, например, установить дополнительный водяной насос. В противном случае гидросистема сепаратора правильно работать не будет.



## 2.8 Техническая характеристика сепаратора Ж5-ОХ2-С

Таблица 2.2 Основные данные сепаратора Ж5-ОХ2-С

Основные показатели, размерности	Данные
1	2
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	10
Частота вращения барабана, с <sup>-1</sup>	83 ± 2
Время набора барабаном рабочей частоты вращения, мин	8 ÷ 12
Объем шламового пространства, л	9
Давление на входе буферной воды не менее, Па	2,4 · 10 <sup>5</sup>
Мощность электродвигателя, кВт	15
Габаритные размеры, мм	1350 × 950 × 1690
Общая масса сепаратора, кг	1520
Количество масла для заливки в картер, л	7 ÷ 9

## 2.9 Правила эксплуатации сепаратора

Перед пуском сепаратора необходимо проверить: наличие масла в ванне станины, затяжку фундаментных болтов, отключение тормоза, крепление деталей приемно-выводного устройства, положение вентиля гидросистемы.

Во время пуска проверяется время разгона барабана (8 ÷ 12 мин). Превышение указанного времени сигнализирует об износе фрикционных накладок или об их замасливание. Во время пуска фрикционная муфта нагревается вплоть до дымления – это явление нормальное. Допускается также повышение вибрации сепаратора во время его запуска, так как преодолевается критическая скорость вращения ротора, на рабочей скорости вращения вибрация исчезает.

После выхода на рабочий режим в барабан подается теплая вода и проверяется сначала частичная, а затем полная выгрузка осадка. Полная разгрузка производится два раза с интервалом в 5-10 минут для восстановления скорости вращения барабана. При давлении воды в гидросистеме  $0,8 \cdot 10^5$  Па количество выбрасываемой воды должно быть в пределах 3-7 литров (частичная разгрузка).

Во время сепарирования давление буферной воды должно быть в пределах  $(0,8-1) \cdot 10^5$  Па (чем выше давление воды, тем больше объем выбрасываемого

осадка). Разгрузка осадка производится ручным или автоматическим управлением через заданные интервалы времени (не более 30 мин).

После окончания сепарирования производится полная разгрузка осадка, затем следует безразборная мойка сепаратора и приемно-выводной системы. Разрыв между сепарированием и мойкой не должен превышать 6 часов. Переключатель рода работ должен быть установлен в режим «Промывка». При этом через 5–7 минут будет выбрасываться по 8-10 литров осадка.

Последовательность безразборной промывки сепаратора приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 Последовательность и параметры безразборной промывки сепаратора

Операции	Время, мин	Температура, °С
Промывка водой. Одна разгрузка (вода сливается в канализацию)	10	60
Промывка 0,5% раствором азотной кислоты (раствор возвращается в емкость)	30-40	60
Промывка водой (вода сливается в канализацию)	10	60
Промывка 1% раствором каустической воды (раствор возвращается в емкость)	30-40	60
Промывка водой (вода сливается в канализацию)	8-10	90
Выключить электродвигатель сепаратора		
Выключить электропульт управления		
Произвести 2-3 полные разгрузки при ручном управлении		
Отключить подачу воды в сепаратор		
Произвести полную разгрузку при ручном управлении		
3 <sup>х</sup> ходовый кран поставить в положение «4» - закрыто		
Включить тормоз барабана		

Один раз в месяц производится разборка и ручная мойка сепаратора.

Один раз в сутки сливается конденсат из картера сепаратора и в случае недостаточного количества масла в картере доливается свежее масло до контрольной линии. Рекомендуется использовать масло M20A ТУ 38-1-01-371-72,

масло вакуумное ВМ-6, ВМ-4 ГОСТ 23013-78 или подобные масла. Полную смену масла производят через 400 часов работы.

**Запрещается** работать на сепараторе: при обнаружении посторонних шумов; при задевании барабана за детали приемно-выводного устройства; при повышенной вибрации; при поломке или потере упругости хотя бы одной из пружин горловой опоры; с барабаном, собранным с деталями от другого барабана.

**Категорически запрещается:** пускать сепаратор с не полностью собранным барабаном на вертикальном валу; тормозить барабан посторонними предметами; разбирать сепаратор во время вращения барабана; производить повторный пуск до полной остановки барабана; производить сварочные работы с деталями барабана.

**2.10 Производительность сепаратора (дм<sup>3</sup>/ч)** рассчитывается по формуле

$$V_t = 1,21 \cdot 10^9 \beta \cdot \omega^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \cdot t \cdot d^2, \quad (2.1)$$

где  $\beta = 0,5 \div 0,7$  – технологический КПД сепаратора;

$\omega = 2\pi \cdot n$ , рад/с;

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

$z$  – количество тарелок, шт;

$\operatorname{tg} \alpha = H / (R_{\max} - R_{\min})$  – тангенс угла наклона тарелки;

$H$  – высота тарелки, м;

$R_{\max}, R_{\min}$  – наибольший и наименьший радиусы тарелок, м;

$t$  – температура продукта, °С;

$d = 1 \cdot 10^{-6}$  – минимальный размер выделяемого жирового шарика, м.

Периодичность выгрузки осадка в секундах определяется по формуле:

$$\tau_s = \frac{100 \cdot V_{sp}}{V_d (c_d - c_n)}, \quad (2.2)$$

где  $V_{sp}$  – объем грязевого (шламового) пространства, м<sup>3</sup>;

$V_d$  – действительная (паспортная) производительность сепаратора, м<sup>3</sup>/с;

$c_d, c_n$  – объемная концентрация загрязнений до и после сепарации, %;

$c_n = 0,001\%$ ,  $c_d \leq 0,1\%$  – зависит от сырья.

Произведите необходимые замеры и рассчитайте производительность сепаратора Ж5-ОХ2-С (сравните ее с паспортной) и периодичность выгрузки осадка, а так же постройте зависимость периодичности выгрузки осадка от объемной концентрации загрязнений в диапазоне  $c_p = 0,01 \div 0,1\%$ .

### 2.11 Контрольные вопросы

- 1) Назначение сепаратора Ж5-ОХ2-С?
- 2) Как регулируется жирность сливок?
- 3) Как регулируется количество выбрасываемого осадка?
- 4) Как открываются и закрываются разгрузочные окна барабана?
- 5) В какой последовательности начинается и заканчивается сепарирование продукта?
- 6) В какой последовательности производится безразборная мойка сепаратора?
- 7) В каких случаях запрещается эксплуатация сепаратора?

**2.12 По работе составить отчет, в котором указать:** назначение сепаратора Ж5-ОХ2-С, устройство сепаратора и барабана (рисунки 2.1 и 2.2), технологический процесс работы, регулировки, техническую характеристику, правила эксплуатации, результаты расчетов с графиком.

## 13 Список использованных источников

- 2.13.1 Волчков И.И. Сепараторы для молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 224с.
- 2.13.2 Инструкция по эксплуатации сепаратора Ж5-ОХ2-С. –Тула: Плавский машиностроительный завод «Смычка», 1986. – 54с.
- 2.13.3 Аболмасов Г.Ф., Боушев Т.А., Тарасов Ф.М. и др. Примеры и задачи по курсу технологического оборудования предприятий молочной промышленности. – М.-Л.: Машиностроение. 1966. – 288с.
- 2.13.4 Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий по переработке молока.- М.: КолосС, 2010. -408с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ГОМОГЕНИЗАТОРЫ МОЛОКА

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

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

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

### 3.4 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 7 мкм. В процессе гомогенизации происходит дробление крупных и получение однородных по величине жировых шариков - средним диаметром около 1 мкм. В гомогенизованном 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.

**3.5 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.

**3.6 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, находясь под давлением, поднимает гомогенизирующий клапан 12, преодолевая усилие сжатия пружины 9. Чем сильнее сжата пружина, тем большее давление требуется для открытия гомогенизирующего клапана. Величина зазора между седлом и гомогенизирующим клапаном составляет около 0,1 мм. 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

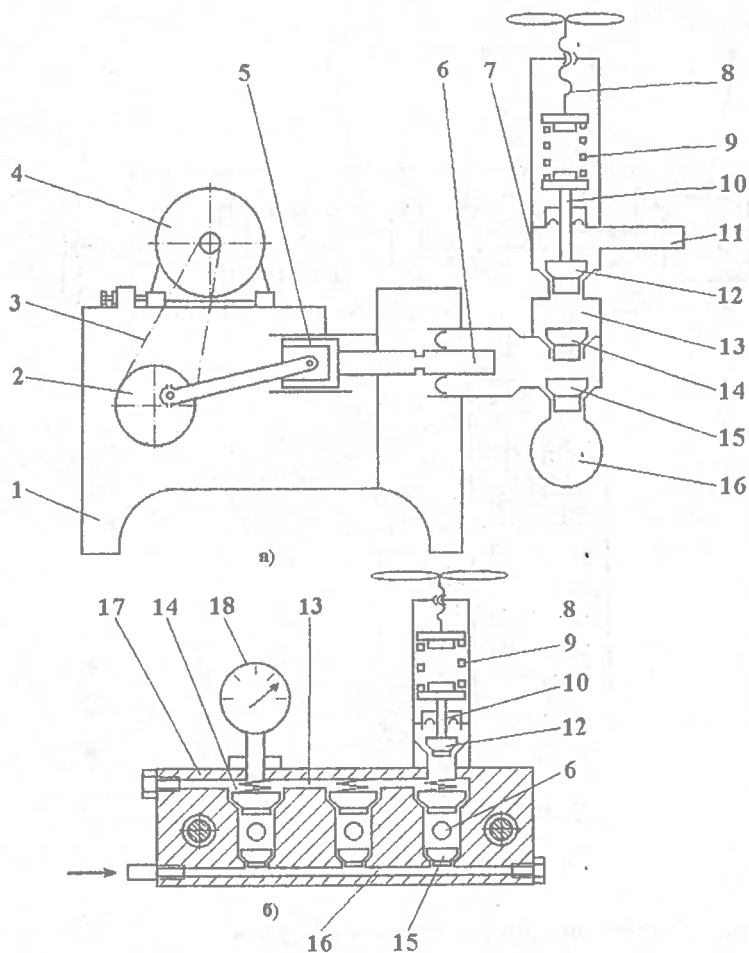


Рисунок 3.1 гомогенизатор ОГБ-5М

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.

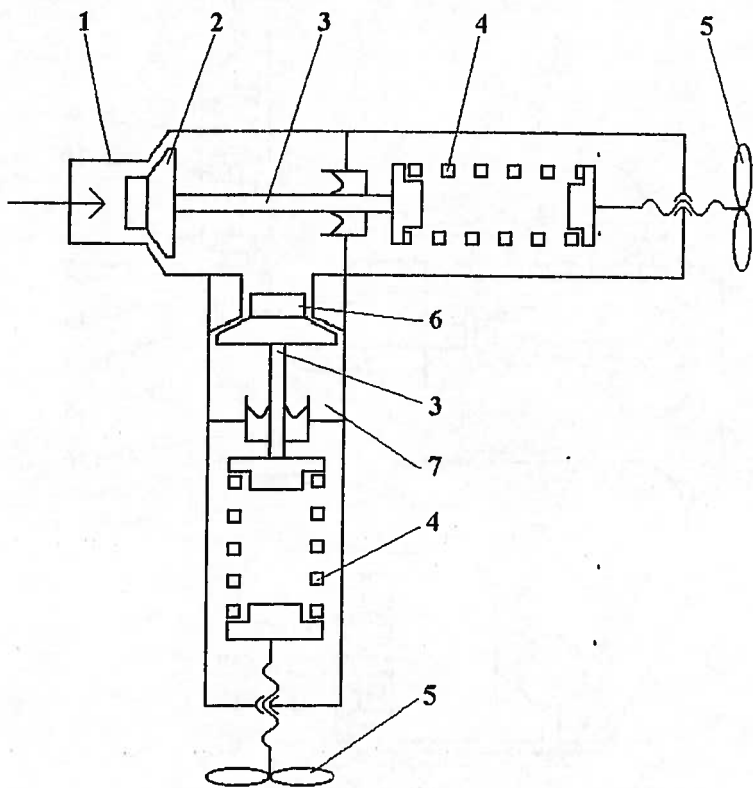


Рисунок 3.2 Гомогенизирующая головка А1-ОГ2М

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



ступень гомогенизации гомогенизатора А1-ОГ2М (рисунок 3.2) позволяет разрушить образовавшиеся гирлянды и тем самым повысить эффективность процесса. На первой ступени гомогенизатора срабатывается около 70% перепада давления, на второй - около 30%.

### 3.7 Регулировки

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

Предохранительный клапан регулируется с помощью винта и контргайки.

### 3.8 Технические характеристики гомогенизаторов

Основные данные гомогенизаторов ОГБ-5М и А1-ОГ2М приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 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

### 3.9 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 загрузочного винта гомогенизирующей головки постепенно повысить давление гомогенизации до требуемой величины. Давление гомогенизации контролируется с помощью манометрической головки или с помощью амперметра, так как загрузка 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 соединительных 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 головой 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 натриево 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.

### 3.10 Возможные неисправности и методы их устранения

Основные возможные неисправности гомогенизаторов и методы их устранения приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Понижилась производительность	Забит фильтр, про-скальзывают клино-вые ремни, попал по-сторонний предмет под клапан	Очистить фильтр: натянуть ремни или заменить их в комплекте; из-влечь 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 уп-лотнения	Поджать крышку уплотнения; заме-нить уплотнения
Утечка продукта через крышки плунжерного блока и других соедине-ний	Ослабла затяжка гаек и болтов; износ про-кладок	Подтянуть гайки и болты; заменить прокладки
Стук в плунжерном блоке	Вышла из строя пру-жина нагнетательно-го клапана	Заменить пружину

### 3.11 Расчет гомогенизатора

Производительность гомогенизатора ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) равна:

$$M = \frac{\pi d^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot z \cdot \varphi \quad (3.1)$$

где  $d$  - диаметр плунжера, м;

$S$  - ход плунжера, м;

$n$  - число двойных ходов плунжера в секунду,  $\text{с}^{-1}$ ;

$z$  - 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):

$$\Delta P = \frac{14,44}{d_{\text{cp}}^2}, \quad (3.2)$$

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

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

$$\lg d_{\text{cp}} = 0,9 - K \cdot \lg(\Delta P \cdot 10^{-5}), \quad (3.3)$$

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:

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{3.836}, \quad (3.4)$$

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

Потребная мощность для привода гомогенизатора (кВт) равна:

$$N = \frac{M \cdot \Delta P}{\eta} \quad (3.5)$$

где  $M$  - производительность,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,

$\Delta P$  - давление,  $\text{кПа}$ ,

$\eta = 0,75$  - механический КПД.

### 3.12 Составление отчета

Составить отчет в котором отразить: назначение, устройство (рисунок 3.1), принцип действия, регулировки, технические характеристики, правила эксплуатации гомогенизатора. По уравнениям 3.1, 3.2, 3.4, 3.5 рассчитать производительность гомогенизатора, потребное давление, подогрев продукта и мощность электродвигателя.

Результаты расчетов занести в таблицу 3. Исходные данные для расчетов определить с помощью замеров на гомогенизаторе, а также взять из технической характеристики.

Таблица 3.3 Результаты расчетов гомогенизатора

	Средний размер жировых шариков мкм после гомогенизации				
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
Производительность $\text{м}^3/\text{ч}$					
Давление гомогенизации, $\text{МПа}$					
Подогрев продукта, $^{\circ}\text{C}$					
Мощность электродвигателя, $\text{кВт}$					

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

### **3.13 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?

### **3.14 Список использованных источников**

- 3.14.1 Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -432 с.
- 3.14.2 Томбаев Н.Н. Справочник по оборудованию молочной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1972. -544 с.
- 3.14.3 Дьяченко П.Ф. и др. технология молока и молочных продуктов. -М.: Пищевая промышленность, 1974. -448 с.
- 3.14.4 Паспорт. Техническое описание и инструкция по эксплуатации гомогенизатора А1-ОГ2М. -Одесса: ОМЗ, 1993. -46 с.
- 3.14.5 Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий по переработке молока.- М.: КолосС, 2010. -408с.

## ОХЛАДИТЕЛЬНО-ПАСТЕРИЗАЦИОННАЯ УСТАНОВКА

**4.1 Цель и задачи работы:** изучить назначение, конструкцию, технологический процесс работы, регулировки, правила эксплуатации и техническую характеристику установки.

**4.2 Содержание работы:** изучить и закрепить знания по назначению и области применения, устройству, принципу работы, основным регулировкам, правилам эксплуатации и техническим данным установки; разобрать и собрать отдельные части и узлы; ответить на контрольные вопросы, произвести расчеты и сделать выводы составить отчет.

**4.3 Оснащение рабочего места:** установка ОПФ-1-300, учебные плакаты, методические указания, справочные материалы, комплект слесарного и мерительного инструмента, электронно-вычислительные машинки и др.

### 4.4 Назначение и область применения

Установка ОПФ-1-300 представляет собой технологическое оборудование, предназначенное для очистки, пастеризации и охлаждения молока в закрытом тонкослойном потоке производительностью 1000 л/ч и с рекуперацией тепла на молочно-товарных фермах размерами не менее 400 коров /4.13.1/.

Надо усвоить, что очистка молока от механических примесей производится центробежным способом, в процессе кратковременной пастеризации молоко нагревается до температуры 90-94°C и выдерживается при ней 300 с., а затем охлаждается до  $t = 8^\circ\text{C}$  и ниже. При этом технологический процесс работы протекает, как правило, в автоматическом режиме, что обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия, исключает возможность выхода недопастеризованного молока и предупреждает чрезмерный его перегрев.

Более того, установка ОПФ-1-300 рекомендуется к применению на фермах, где имеются предпосылки к заболеванию коров заразными болезнями.

#### 4.5 Устройство установки

Основные части, узлы, приборы и арматуру следует изучить по рисунку и закрепить их размещение и устройство непосредственно на установке. При этом необходимо обратить внимание на терминологию (наименование) отдельных ее частей.

Основным узлом установки является теплообменный аппарат, состоящий из пяти секций (см. рисунок 4.1). Это секция пастеризации 9, две секции 7 и 8 рекуперации тепла и две секции 5 и 6 охлаждения соответственно холодной (водопроводной) и ледяной (с использованием льда) водой. Причем все секции аппарата состоят (см. установку) из пакета определенного количества рифленых пластин, изготовленных из листовой нержавеющей стали толщиной 1,0-1,4 мм и стянутых через нажимные плиты и распорные втулки зажимными гайками. Зазоры же между пластинами зависят от толщины резиновых прокладок и обычно составляют от 2 до 6 мм.

Необходимо при этом четко усвоить, что в секциях 7 и 8 теплообмен между теплоносителями осуществляется непрерывно через разделяющую стенку (пластину), но не способом поочередного соприкосновения горячего и холодного теплоносителей с одними и теми же поверхностями. Поэтому эти секции должны называться секциями рекуперации, но не секциями регенерации.

Уравнительный бак 1 – это промежуточный резервуар, снабженный клапанно-поплавковым устройством, которое поддерживает постоянный уровень молока не менее 300 мм с целью обеспечения необходимого напора и подачи, а также во избежание подсоса воздуха в молочный насос 2. Вместе с тем, в баке 1 приготавливают жидкий раствор для циркуляционной мойки или дезинфекции установки.

Платиновые термометры сопротивления 10 служат для получения электрических сигналов об изменении температуры молока, которое перемещается из секций пастеризации 9 и охлаждения 6. При этом температура записывается ав-



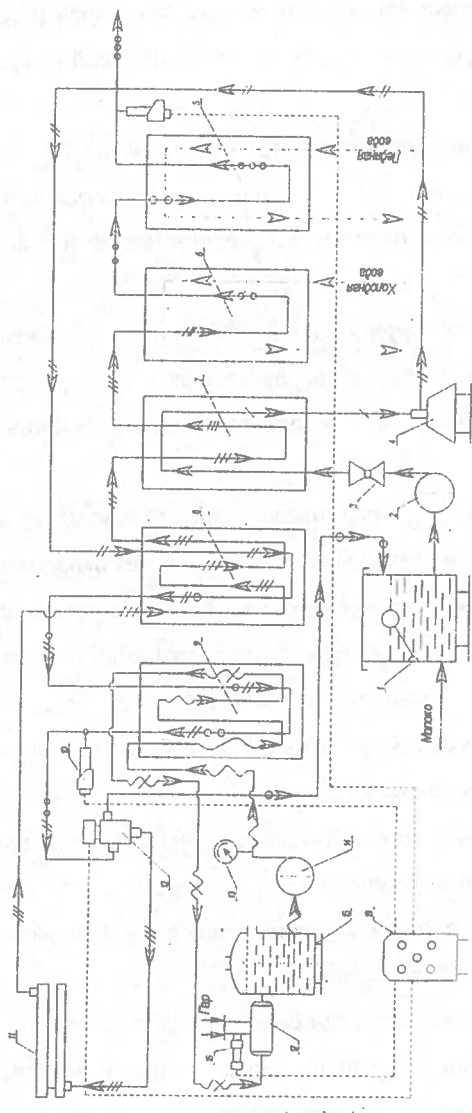


Рисунок 4.1 Конструктивно-технологическая схема очистительно-пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300

1-уравнительный бак; 2-молочный насос; 3-проходной насос; 4-молокоочиститель; 5-секция охлаждения ледяной водой; 6- секция охлаждения водопроводной водой; 7- первая секция рекуперации молока; 8- вторая секция рекуперации молока; 9-секция пастеризации молока; 10-термометр сопротивления; 11-выдерживатель молока; 12-перепускной клапан; 13-манометр; 14-насос для подачи горячей воды; 15-бойлер; 16-электрогидравлический клапан; 17-инжектор; 18-шкаф управления.

- |   |                                      |   |  |   |  |
|---|--------------------------------------|---|--|---|--|
| → | исходное (сырое) молоко;             | → | недопастеризованное молоко;  | → | пар;                                       |
| → | молоко $t=36 - 40^{\circ}\text{C}$ ; | → | молоко, охлажденное водопроводной водой $t=7 - 12^{\circ}\text{C}$ ; | → | горячая вода $t=94 - 98^{\circ}\text{C}$ ; |
| → | молоко после очистки;                | → | молоко, охлажденное ледяной водой $t=4^{\circ}\text{C}$ ;            | → | горячая вода $t=90 - 94^{\circ}\text{C}$ ; |
| → | молоко $t=62 - 65^{\circ}\text{C}$ ; | → | пастеризованное молоко;  | → | водопроводная (капандная) вода;            |
| → | молоко $t=88 - 94^{\circ}\text{C}$ ; | → | электрическая сеть;  | → | ледяная вода;                              |

томатически на специальной бумаге шкафа управления 18. Выдерживатель 11 смонтирован из четырех труб определенного диаметра и длины, размещенных по высоте в два ряда и соединенных последовательно между собой, что позволяет обеспечить время выдержки молока (время нахождения молока при одной и той же температуре) 300 с. и повысить эффективность уничтожения вредной микрофлоры.

Перепускной клапан 12 – это сложный электрогидравлический прибор, который автоматически переключает поток молока на повторную пастеризацию (в уравнительный бак 1), если его температура на выходе из секции пастеризации 9 будет ниже 88°C.

Система подготовки горячей воды температурой 94-98°C состоит из инжектора 17, электрогидравлического клапана 16 подачи пара, бойлера 15, центробежного насоса 14 подачи горячей воды, манометра 13 и соответствующих трубопроводов и арматуры.

Инжектор 17 представляет собой струйный насос, который нагнетает и смешивает пар с горячей водой, идущей из секции пастеризации 9 температурой примерно 90-94°C. В результате такая вода подогревается на 2-4°C. Поступление пара из котла-парообразователя в инжектор регулируется автоматически с помощью сложного электрогидравлического клапана 16 в зависимости от температуры пастеризации молока. На разрезе инжектора (см. установку) следует найти смеситель с цилиндрическими соплами и резьбовой штуцер.

Бойлер 15 изготовлен в виде вертикального котла цилиндрической формы, в котором происходит сбор горячей воды и выравнивание ее температуры в пределах 94-98°C. Для поддержания постоянного объема горячей воды в верхней части бойлера имеется отверстие для отвода излишка жидкости.

Шкаф управления 18 служит для размещения приборов контроля, регулирования и записи, а также электроприборов управления, сигнализации и защиты электродвигателей от замыканий и перегрузок. При этом контроль за изменением температуры пастеризации и охлаждения молока производится посредством элек-

тронных приборов. Система автоматики имеет переключатели и на режим ручного управления установкой.

#### 4.6 Технологический процесс работы

Движение молока, горячей и холодной воды различных температур необходимо изучить на основании условных обозначений на рисунке. При этом надо обратить внимание на следующие моменты.

Исходное (сырое) молоко подается в уравнильный бак 1 самотеком или молочным насосом из накопительного резервуара.

Следует закрепить, что пастеризованное молоко из выдерживателя направляется во вторую секцию 8 рекуперации, где оно отдает тепло молоку, идущему из первой секции 7 рекуперации, и нагревает его до температуры 65-70°C. Далее пастеризованное, несколько охлажденное молоко направляется в первую секцию 7 рекуперации, где также происходит теплообмен, но уже с потоком молока, нагреваемого насосом 2 из уравнильного бака 1. В результате пастеризованное молоко охлаждается до  $t = 30-35^{\circ}\text{C}$  и направляется в секции 6 и 5 охлаждения водой.

Коэффициент рекуперации по теплу равен отношению тепла, полученного сырым молоком в секции рекуперации от пастеризованного молока к теплу, полученному им в секциях рекуперации и пастеризации. При коэффициенте рекуперации по теплу  $\epsilon = 0.8$  молоко получает даром от ранее пастеризованных порций молока 80% тепла и только 20% тепла получает в секции пастеризации от горячей воды.

Коэффициент рекуперации по холоду равен отношению тепла, отданного пастеризованным молоком сырому молоку в секции рекуперации к теплу, отданному им в секциях рекуперации и охлаждения.

Необходимо также уяснить, что электрогидравлические перепускной 12 и регулирующий 16 клапаны работают согласованно и в автоматическом режиме. Так, при понижении температуры пастеризации молока до 88°C срабатывает электронный регулятор в шкафу управления 18 и осуществляется сначала световая, а затем звуковая сигнализация. При этом закрывается перепускной клапан 12 и недопастеризованное молоко направляется в уравнильный бак 1. В этот же период

электронный регулятор управляет работой и электрогидравлического клапана 16, в котором ступенчато увеличивается проходное сечение и в бойлер 15 подается больше пара для подогрева горячей воды до более высокой температуры.

#### **4.7 Основные технологические регулировки**

4.7.1 Производительность установки до 1000 л/ч можно регулировать изменением поперечного сечения проходного крана 3.

4.7.2 Количество подаваемого пара в инжектор 17 в зависимости от температуры пастеризации молока регулируется автоматически посредством электрогидравлического клапана 16 или в исключительных случаях ручным приводом, который перемещает этот клапан, и тем самым изменяет проходное сечение.

#### **4.8 Основные правила эксплуатации установки**

К работе на установке допускаются только лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие допуск к ее эксплуатации.

Теплообменный аппарат установки должен быть смонтирован на ровной площадке молочного помещения и закреплен фундаментными болтами.

Шкаф управления 18 рекомендуется устанавливать в отдельном сухом помещении.

Все узлы и части установки должны быть технически исправными. Более того, шкаф управления и электродвигатели должны иметь заземление, сопротивление которого не должно превышать 4 Ома.

Максимальное рабочее давление молока и горячей воды должно быть не более 250 кПа. Рабочее давление пара должно быть не менее 140 кПа.

Перед пуском установки в действие поджимают пакеты пластин специальными гайками до рисков (см. установку), чтобы предотвратить подтекание жидкости через резиновые прокладки. В течение 10-15 минут установку промывают сначала моющим раствором, затем чистой водой, вытесняя раствор.

После промывки теплообменный аппарат и молочные трубопроводы стерилизуют в течение 20-30 минут циркуляцией горячей воды температурой примерно

85°C через уравнильный бак 1. При этом в секциях 5 и 6 не должно быть охлаждающей воды, для чего перекрывают краны на соответствующих трубопроводах.

После окончания стерилизации остатки воды вытесняют из теплообменного аппарата молоком, которое подают насосом 2 из бака 1. Только потом приступают к пастеризации молока при разогретой системе установки. Для этого приборы шкафа управления 18 устанавливают в положение автоматического управления технологическим процессом.

В начальный период пастеризации подачу молока увеличивают постепенно посредством крана 3, доводя ее до полной производительности установки. При этом недопастеризованное молоко из теплообменного аппарата автоматически возвращается перепускным клапаном 12 в уравнильный бак 1. Эта циркуляция первых порций молока продолжается до тех пор, пока его температура в выдерживателе 11 не достигнет 90°C. В этот момент включают подачу холодоносителей. Установка начинает работать в нормальном режиме. Причем необходимым условием такой работы является непрерывная подача молока через теплообменный аппарат, нагревание и охлаждение его при полном потоке, обеспечивающем производительность 1000 л/ч. В противном случае молоко сильно пригорает на рифленых пластинах теплообменного аппарата и производительность резко падает.

Продолжительность непрерывной работы установки составляет 2-3 часа в зависимости от степени загрязнения молока.

Для прекращения работы установки перекрывают подачу молока в уравнильный бак 1 и пускают в него воду. Когда молоко будет вытеснено из теплообменного аппарата, выключают подачу пара, горячей и холодной воды. После этого останавливают молокоочиститель 4 и обесточивают шкаф управления 18.

#### 4.9 Техническая характеристика

4.9.1 Производительность, л/ч.....	1000
4.9.2 Кратность расхода воды.....	3
4.9.3 Коэффициент рекуперации тепла, % .....	80

4.9.4 Общая рабочая поверхность теплообмена, м <sup>2</sup> .....	8,68
в т.ч. секция охлаждения ледяной водой.....	1,26
секция охлаждения водопроводной водой.....	1,26
секция рекуперации 7.....	1,54
секция рекуперации 8.....	2,38
секция пастеризации 9.....	2,24
4.9.5 Общее количество теплообменных пластин, шт.....	62
4.9.6 Установленная мощность, кВт.....	4,8
4.9.7 Габаритные размеры, мм.....	3600x3000x2500
4.9.8 Масса, кг.....	910

#### 4.10 Контрольные вопросы

- 4.10.1 Для каких молочно-товарных ферм рекомендуется установка?
- 4.10.2 Сколько секций имеет теплообменный аппарат?
- 4.10.3 Каково назначение секций рекуперации и почему они так называются?
- 4.10.4 На чем основан способ очистки молока от механических примесей?
- 4.10.5 Для чего молоко выдерживается в установке и сколько времени?
- 4.10.6 Для каких целей служит перепускной клапан?
- 4.10.7 В чем заключается функция электрогидравлического клапана?
- 4.10.8 Для чего предназначен инжектор?
- 4.10.9 Каково назначение бойлера?
- 4.10.10 Назовите основные правила эксплуатации установки.
- 4.10.11 Как запускается установка в эксплуатацию?
- 4.10.12 Приведите основные технические данные установки.

#### 4.11 Расчеты установки

- 4.11.1 Рассчитать общий коэффициент рекуперации обеих секций установки по формуле /4.13.2/

$$\varepsilon = \frac{t_g - t_{ex}}{t_n - t_{ex}},$$

где  $t_g$  – температура молока на выходе из секций рекуперации, °С;

$t_{ex}$  – температура молока на входе в секции рекуперации, °С;

$t_n$  – температура пастеризации, °С.

Общий коэффициент рекуперации двух секций сравнить с паспортной величиной и сделать вывод.

4.11.2 Рассчитать коэффициент теплопередачи  $k$  (Вт/м<sup>2</sup>\*град) первой секции рекуперации по формуле

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где  $\delta$  – толщина теплопередающей пластины, м;

$\lambda = 15$  – теплопроводность стали, Вт/(м\*град);

$\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи от пастеризованного молока к стенке, Вт/(м<sup>2</sup>\*град);

$\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи от стенки к сырому молоку, Вт/(м<sup>2</sup>\*град);

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  определяются через критерий Нуссельта

$$\alpha = \frac{\lambda_{ж}}{d_{эк}} \cdot Nu,$$

$\lambda_{ж}$  – коэффициент теплопроводности жидкости, Вт/(м\*град);

$d_{эк} = 2 \cdot h$  – эквивалентный диаметр потока, м;

$h$  – величина зазора между пластинами теплообменного аппарата, м.

Для определения критерия Нуссельта воспользуемся формулой Ю.Н. Ковалева /4.13.3/

$$Nu = 0,0072 \cdot Re^{0,88} \cdot Pr_{ж} \cdot \left( \frac{Pr_{ж}}{Pr_{cm}} \right)^{0,25}$$

где  $Re = \frac{v \cdot d_{эк} \cdot \rho}{\mu}$  – критерий Рейнольдса;

$$Pr = \frac{\mu \cdot C}{\lambda} - \text{критерий Прандтля для жидкости};$$

$v$  – скорость жидкости, м/с;

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

$\mu$  – вязкость жидкости, Н\*с/м<sup>2</sup>;

$c$  – удельная теплоемкость жидкости, Дж/кг\*град;

$\lambda$  – теплопроводность жидкости, Вт/м\*град.

Поправочный коэффициент  $\left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_{см}}\right)^{0,25}$  равен 0,95 при охлаждении жидкости

(для пастеризованного молока) и 1,05 при нагреве жидкости (для сырого молока).

Скорость жидкости (м/с) в секции определяется исходя из производительности установки и конструктивных параметров

$$v = \frac{V}{Z_k \cdot h \cdot B_{раб}},$$

где  $V$  – производительность установки, м<sup>3</sup>/с;

$h$  – величина зазора между соседними пластинами, м;

$B_{раб}$  – ширина рабочей зоны пластины, м

(в нашей установке рабочая ширина пластины на 0,04м меньше ее общей ширины)

$Z_k = \frac{Z-1}{2}$  – число каналов для продукта в первой секции рекуперато-

ра, шт;

$Z$  – количество пластин в первой секции.

Исходные значения величин подставить в соответствующие формулы, произвести вычисления и вместе с полученными результатами занести в таблицу 4.1.

Среднее значение температуры сырого молока в первой секции рекуперации можно принять равной 20°С, а пастеризованного молока 40°С.

4.11.3 Рассчитать температуру молока на выходе из первой секции рекуперации по формуле



$$t_1 = t_{ex} + \frac{k \cdot F_1 \cdot \Delta t}{V \cdot \rho \cdot c_m}$$

где  $F_1$  – паспортное значение теплообменной поверхности в первой секции рекуперации,  $m^2$ ;

$\Delta t = 20^\circ C$  – перепад температур между пастеризованным и сырым молоком;

$c_m$  – удельная теплоемкость молока, Дж/(кг\*град), берется из таблиц приложения.

Таблица 4.1 Расчеты коэффициента теплопередачи в первой секции рекуперации

Показатели	Вычисления и значения показателей	
	для пастеризованного молока	для сырого молока
Производительность установки $V, m^3/c$		
Поперечное сечение потока $f_n = z_k \cdot h \cdot B_{раб}, m^2$		
Скорость потока $v = V/f_n, m/c$		
Средняя температура жидкости, $^\circ C$		
Вязкость жидкости $\mu, H \cdot c/m^2$		
Плотность жидкости $\rho, кг/m^3$		
Теплопроводность жидкости, $\lambda_{ж}, Вт/m \cdot град$		
Эквивалентный диаметр $d_{эк} = 2 \cdot h, m$		
Критерий Рейнольдса $Re = v \cdot d_{эк} \cdot \rho / \mu$		
Критерий Прандтля $Pr_{ж}$		
Поправочный коэффициент $(Pr_{ж} / Pr_{ст})^{0,25}$		
Критерий Нуссельта $Nu = 0,0072 \cdot Re^{0,88} \cdot Pr_{ж} (Pr_{ж} / Pr_{ст})^{0,25}$		
Коэффициент теплоотдачи $\alpha = \frac{\lambda_{ж}}{d_{эк}} \cdot Nu, Вт/(m^2 \cdot град)$		
Коэффициент теплопередачи $k = \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1}, Вт/(m^2 \cdot град)$		

#### 4.12 Задание на составление отчета

На основании методических указаний и наглядных пособий кафедры, а также списка использованных источников студенты должны составить отчет, в котором отражают назначение, устройство (вычерчивают схему и записывают подри-

суточные надписи), технологический процесс работы, основные регулировки, правила эксплуатации и технические данные установки. Расчеты коэффициентов рекуперации, теплоотдачи и температуры молока на выходе из первой секции рекуперации, выводы.

#### **4.13 Список использованных источников**

4.13.1 Ковалев Ю.Н. Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексов. Справочник: – М.: Россельхозиздат, 1987. – С. 169-177.

4.13.2 Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 1999. – С. 460-461.

4.13.3 Ковалев Ю.Н. Аппараты молочных линий на фермах. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 176.

4.13.4 Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий по переработке молока.- М.: КолосС, 2010. - 408с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### МАСЛООБРАЗОВАТЕЛЬ ПЛАСТИНЧАТЫЙ

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

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

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

**5.4 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.

**5.5 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.

### 5.6 Устройство

Пластинчатый маслообразователь Я5-ОУБ-2 является основным оборудованием линии по производству масла, в которую, кроме него, входят: насосно-дозировочная установка плунжерного типа, стол расфасовки в комплекте с весами, механизм транспортировки ящиков с рольгангами и накопителем, щит управления. Пластинчатый маслообразователь (см. рисунок 5.1) состоит из станины 1, электродвигателя 2, охладителя 3, маслообработника 4. Электродвигатель через двухступенчатую клиноременную передачу 5 и редуктор 6 приводит во вращение вал 7 охладителя и вал 8 маслообработника. Ведомый шкив первой ступени клиноременной передачи является сменным, при замене его другим, входящим в комплект маслообразователя, меняются скорости вращения валов охладителя и маслообработника. 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.

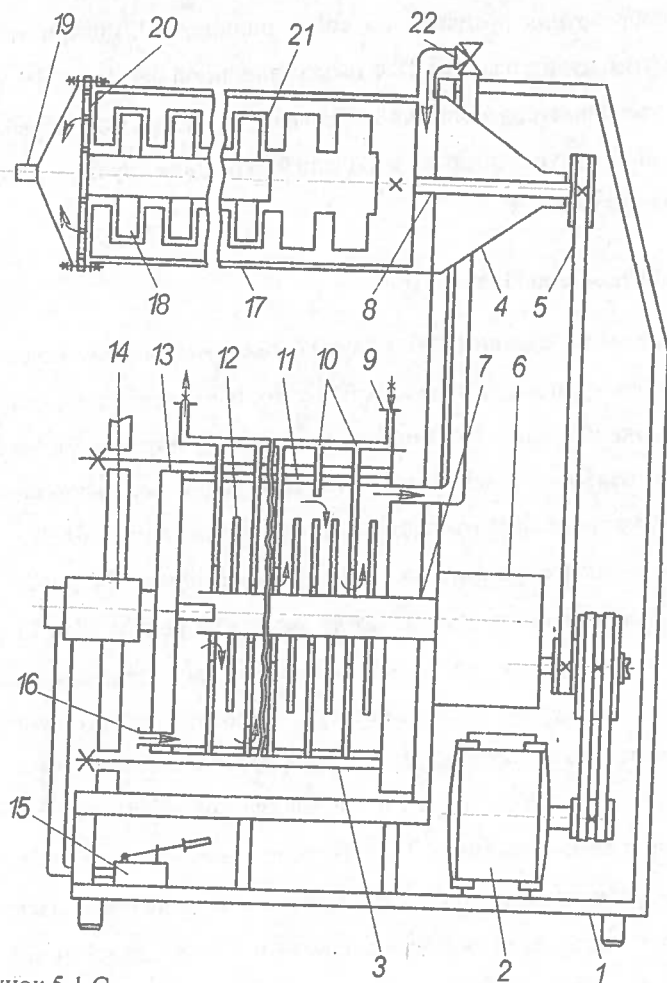


Рисунок 5.1 Схема пластинчатого маслообразователя Я5-ОУБ-2  
 1-станина; 2-электродвигатель; 3-охладитель; 4-маслообработчик; 5-клиноременная передача; 6-редуктор; 7-вал охладителя; 8-вал маслообработчика; 9-патрубок для рассола; 10-пластина охлаждающая; 11-штулка продуктовая; 12-нож; 13-плита нажимная; 14-гидроцилиндр; 15-гидронасос; 16-патрубок для входа продукта; 17-цилиндр обработника; 18-отражатель; 19-патрубок для выхода продукта; 20-решетка текстурационная; 21-мешалка трехлопастная; 22-кран трехходовой.

→ продукт      ×→ хладоноситель

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.

### 5.7 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  $75^{\circ}\text{C}$  до  $11-14^{\circ}\text{C}$ , 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 маслообработнике температура продукта повышается до  $15-18^{\circ}\text{C}$  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 маслообработнике 4 - преимущественно механическое воздействие на продукт.

Электропневматическая схема управления маслообразователя Я5-ОУБ-2 позволяет автоматически поддерживать температуру продукта на выходе из охладителя. На продуктопроводе, соединяющим 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 осаждаются кри-

сталлизирующийся 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.

## 5.8 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.

Частота вращения валов охладителя и маслообработника регулируется сменой ведомого диска первой ступени клиноременной передачи (таблица 5.1).

Таблица 5.1 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 задачика регулятора давления.

## 5.9 Техническая характеристика маслообразователя Я5-ОУБ-2

Таблица 5.2 Техническая характеристика маслообразователя Я5-ОУБ-2

Показатели	Значения
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

## 5.10 Правила эксплуатации

### 5.10.1 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.



### 5.10.2 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.

### 5.10.3 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 направьте продукт через маслообработчик 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.

#### **5.10.4 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 течении 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.

#### **5.10.4 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 обработчика.

Рекомендуемые моющие растворы:

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

### 5.10.6 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 5.3 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

## 5.11 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:

$$m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = F \cdot k \cdot \Delta t_{cp}, \quad (5.1)$$

где  $m$  – масса продукта, кг/с;

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

$t_1$  и  $t_2$  – конечная и начальная температура продукта в охладителе,  $^{\circ}\text{C}$ ;

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

$z = 18-20$  – 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  $-3^{\circ}\text{C} \dots +5^{\circ}\text{C}$ . Тогда при температуре хладоносителя на входе  $-10^{\circ}\text{C} \dots -3^{\circ}\text{C}$ , его средняя температура составит  $t_x = -6,5^{\circ}\text{C} \dots +1^{\circ}\text{C}$ .

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

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}}, \text{ если } \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}} > 2.$$

Вычислить коэффициент теплопередачи  $k$  по формуле:

$$k = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{F \cdot \Delta t_{cp}} \quad (5.2)$$

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

### 5.12 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.

### 5.13 Список использованных источников

- 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 предприятий по переработке молока.- М.: КолосС, 2010. - 408с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### ОХЛАДИТЕЛЬ ТВОРОГА

**6.1 Цель работы:** изучить устройство и принцип действия и правила эксплуатации охладителя творога ОТД

**6.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, технологический процесс и правила эксплуатации охладителя творога, рассчитать его производительность и температуру творога на выходе.

**6.3 Оснащение рабочего места:** двухцилиндровый охладитель творога ОТД, методические указания, учебные плакаты, набор инструментов, линейка.

**6.4 Назначение охладителя творога.** Охладитель творога ОТД предназначен для охлаждения творога.

**6.5 Устройство охладителя творога.** Охладитель творога ОТД (рисунок 6.1) состоит из корпуса, привода, двух цилиндров с вытеснительными барабанами и приемного бункера.

В нижней части корпуса 10 установлен электродвигатель 13 и червячный редуктор 11, соединенные клиноременной передачей 12. Сверху корпуса размещены два цилиндра 1 с одним общим приемным бункером 5. Внутри цилиндров установлены вытеснительные барабаны 3, со шнековой навивкой и конической приемной частью 6. Вращение от червячного редуктора к вытеснительным барабанам передается с помощью двух цепных передач. Одна опора вытеснительного барабана расположена на передней стенке приемного бункера, а вторая на крышке цилиндра 15. Каждый цилиндр имеет индивидуальную рассольную рубашку 2 с винтовым ходом рассола для лучшего использования холода. Снаружи рассольные рубашки закрыты кожухами 4. Пространство между кожухом и рубашкой служит воздушной тепловой изоляцией.

**6.6 Технологический процесс работы охладителя творога.** Теплый творог ( $25-28^{\circ}\text{C}$ ) поступает в приемный бункер 5, захватывается приемной шнековой частью 6 вытеснительных барабанов и направляется в рабочие цилиндры 1. Творог, перемещаясь тонким слоем между стенками рабочего цилиндра 1 и вытеснительного барабана 3, охлаждается до температуры  $8-10^{\circ}\text{C}$ .

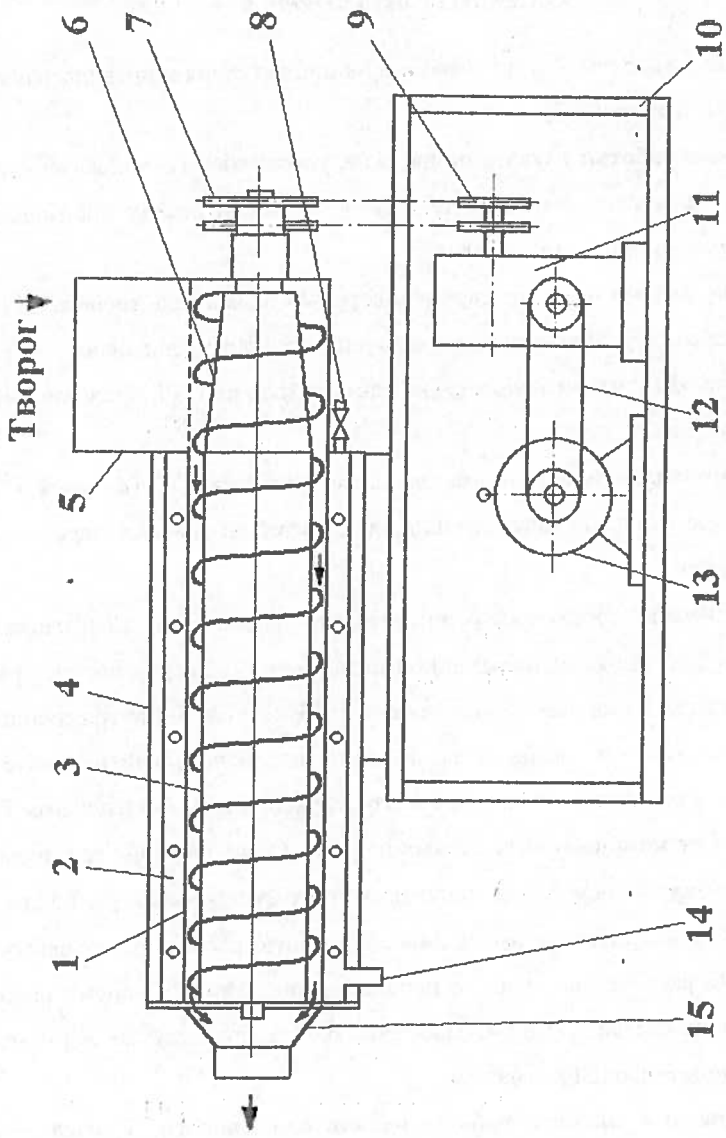


Рисунок 6.1 Двухцилиндровый охладитель творога ОТД

1 - цилиндр; 2 - рассольная рубашка; 3 - вытеснительный барабан; 4 - кожух; 5 - бункер; 6 - приемная шнековая часть барабана; 7, 9 - звездочки; 8 - входной патрубок для рассола; 10 - корпус; 11 - червячный редуктор; 12 - клиноремная передача; 13 - электродвигатель; 14-выходной парубок для рассола; 15 -- крышка цилиндра.



Температура охлажденного творога регулируется подачей рассола в индивидуальные рассольные рубашки.

### 6.7 Техническая характеристика охладителя творога ОТД

Основные данные охладителя творога ОТД приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 Основные данные охладителя творога ОТД

Показатели, размерности	Значения
Производительность, кг/ч	600-650
Количество рабочих цилиндров, шт	2
Поверхность охлаждения цилиндров, м <sup>2</sup>	2,5
Температура творога, °С	
- до охлаждения	28
- после охлаждения	10
Температура рассола, °С	-8
Расход рассола, л/ч не более	5000
Электродвигатель	
- мощность, кВт	3,0
- частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1000
Габаритные размеры, мм	2174x1013x1400
Масса, кг	870

### 6.8 Правила эксплуатации охладителя творога

- к обслуживанию охладителя творога допускается персонал, прошедший инструктаж по охране труда и технике безопасности;
- электропроводка внешних подключений должна быть заключена в металлическую трубу, а охладитель творога заземлен;
- запрещен пуск охладителя творога при снятых защитных кожухах;
- порядок включения охладителя творога: открыть подачу рассола, включить привод, подать творог в приемный бункер;

- натяжение ремней регулировать перемещением электродвигателя, прогиб ремней под нагрузкой 80Н не должен превышать 25 мм;
- натяжение цепей изменять с помощью натяжных роликов;
- индустриальное масло И-20А заменять в корпусе редуктора через 2000 часов работы.

### 6.9 Расчет охладителя творога

Пропускная способность охладителя творога (кг/ч) определяется по формуле

$$M = 3600 \cdot \pi \cdot S \cdot n \cdot z (R_2^2 - R_1^2) \cdot \varphi \cdot \zeta \cdot \rho, \quad (6.1)$$

где  $S$  - шаг шнека, м;

$$n = \frac{n_{\text{эд}}}{i \cdot 60} - \text{частота вращения вытеснительного барабана, } \text{к}^{-1};$$

$n_{\text{эд}}$  - частота вращения вала электродвигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$i$  - общее передаточное число привода, равное числу оборотов ротора электродвигателя приходящиеся на один оборот вытеснительного барабана;

$z = 2$  - число рабочих цилиндров;

$R_2$  - внутренний радиус рабочего цилиндра, м;

$R_1$  - наружный радиус вытеснительного барабана, м;

$\varphi = 1 - (v / (\pi \cdot (R_2 - R_1) \cdot \cos \alpha_c))$  - коэффициент уменьшения площади свободного прохода;

$v$  - толщина витка шнека, м;

$$\alpha_c = \text{arctg} \frac{S}{\pi(R_2 + R_1)} - \text{среднее значение угла подъема витков шнека, град};$$

$\zeta$  - коэффициент объемного перемещения

( $\zeta = 0,4$  - для одноцилиндрового охладителя,

$\zeta = 0,3$  - для двухцилиндрового охладителя)

$\rho = 1060 \text{ кг/м}^3$  - объемная плотность творога.

Так как кратность расхода рассола в охладителе творога велика, то температура рассола на входе и выходе отличается всего на 1,5-2 °С, поэтому средний арифметический перепад температур (град) равен

$$\Delta t_{\text{ср}} \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{р}} - 1, \quad (6.2)$$

где  $t_{\text{н}}$ ,  $t_{\text{к}}$  - соответственно начальная и конечная температура творога, град;

$t_{\text{р}}$  - температура рассола, град.

Конечная температура творога (град) вычисляется по формуле

$$t_{\text{к}} = t_{\text{н}} - \frac{3600 \cdot k \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ср}}}{m \cdot c \cdot \eta_{\text{т}}}, \quad (6.3)$$

где  $k = 150 - 250 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$  - коэффициент теплопередачи;

$F$  - поверхность рабочих цилиндров,  $\text{м}^2$ ;

$c = 3270 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$  - удельная теплоемкость творога;

$\eta_{\text{т}} = 1,2-1,4$  - коэффициент тепловых потерь (учитывает потери холода в окружающую среду и на компенсацию подогрева творога от механического воздействия).

Произвести необходимые замеры, вычислить производительность двухцилиндрового охладителя творога по формуле (6.1) и сравнить ее с паспортной. Методом последовательных приближений, используя формулы (6.2) и (6.3), рассчитать конечную температуру творога. В первом приближении можно принять  $t_{\text{к}} = 10^{\circ}\text{C}$ .

Вычислить конечную температуру творога при различной температуре рассола и построить их зависимость  $t_{\text{к}} = f(t_{\text{р}})$ . Результаты расчетов свести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 Результаты расчетов охладителя творога

Температура рассола, $^{\circ}\text{C}$	-12	-8	-4	0	+4
Производительность охладителя, кг/ч					
Конечная температура творога, град					

**6.10 Оформление отчета.** В отчете отразить: назначение, устройство (рисунок 6.1), принцип действия, техническую характеристику, правила эксплуатации ох-

ладителя творога, результаты расчетов (таблица 6.2 и график  $t_k = f(t_p)$ ), выводы в которых сопоставить расчетную и паспортную производительность охладителя, объяснить характер зависимости температуры творога от температуры рассола.

### 6.11 Контрольные вопросы.

- 1) Для чего служит охладитель творога ОТД?
- 2) Как движется творог в охладителе ОТД?
- 3) Как регулируется температура творога?
- 4) Во сколько раз частота вращения ротора электродвигателя больше частоты вращения вытеснительного барабана?
- 5) Почему вытеснительный барабан в зоне загрузочного бункера имеет коническую форму?
- 6) Для чего нужен вытеснительный барабан?
- 7) Зачем рассол движется в индивидуальной рубашке по винтовой траектории?
- 8) Какую роль играет воздушная прослойка между рубашкой и кожухом?
- 9) Как изменится температура творога на выходе из охладителя если снизить температуру рассола?
- 10) Как изменится конечная температура творога, если увеличить производительность охладителя?

### 6.12 Список использованных источников

- 6.12.1 Лукьянов Н.Я., Барановский Н.В. Оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1968. -406 с.
- 6.12.2 Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Н.Н. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. -С. 226-247.
- 6.12.3 Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий по переработке молока.- М.: КолосС, 2010. - 408с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### УСТАНОВКА СУШИЛЬНАЯ С РАСПЫЛИТЕЛЕМ МОЛОКА

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

**7.2 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.

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

#### **7.4 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.

#### **7.5 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 7.1).

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.

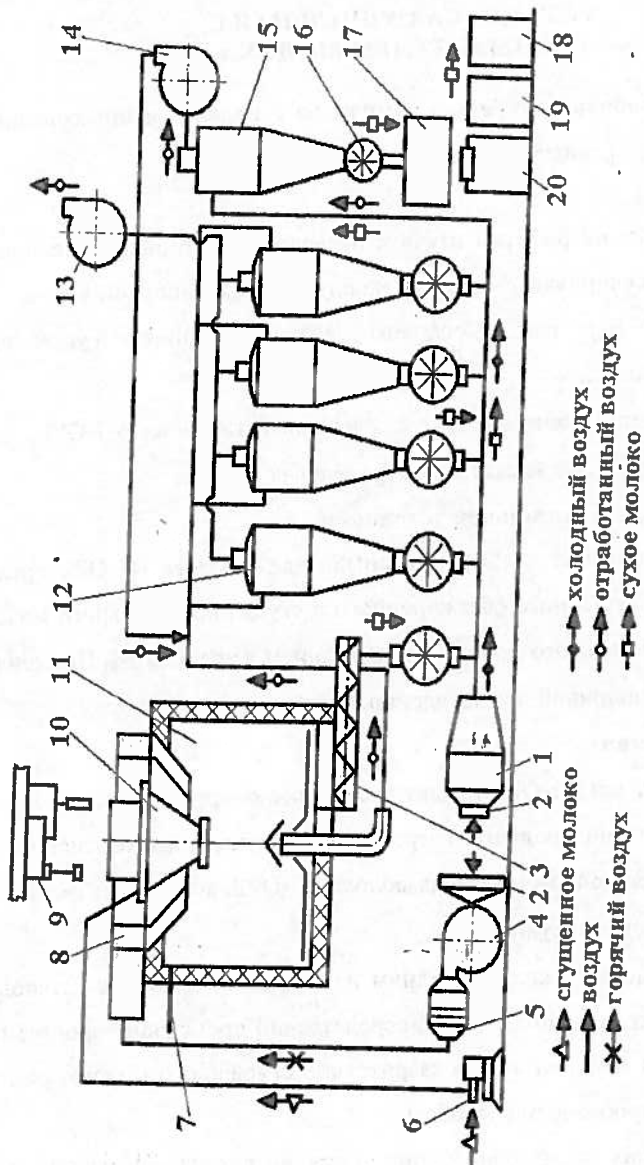


Рисунок 7.1 Технологическая схема распылительной сушильной установки А1-ОРЧ для молока

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

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, маслонасоса, 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 вентиль поступает по маслопроводам к подшипникам и стекает в специальные чаши. Маслонасос 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.

## **7.6 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 батарею 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.

### 7.7 Техническая характеристика сушильной установки

Основные данные сушильной установки А1-ОРЧ приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 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

### 7.8 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.

### 7.9 Расчет сушильной установки

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

$$m_{с.м.} = W \frac{u_2}{u_1 - u_2}, \quad (7.1)$$

$$m_{с.м.} = W \frac{u_1}{u_1 - u_2}, \quad (7.2)$$

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

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

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

$$m_a = \frac{W}{d_2 - d_1}, \quad (7.3)$$

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

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

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

Влагосодержание воздуха  $d_1$  определяется по  $I-d$  диаграмме (рисунок 7.2) 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 ка-

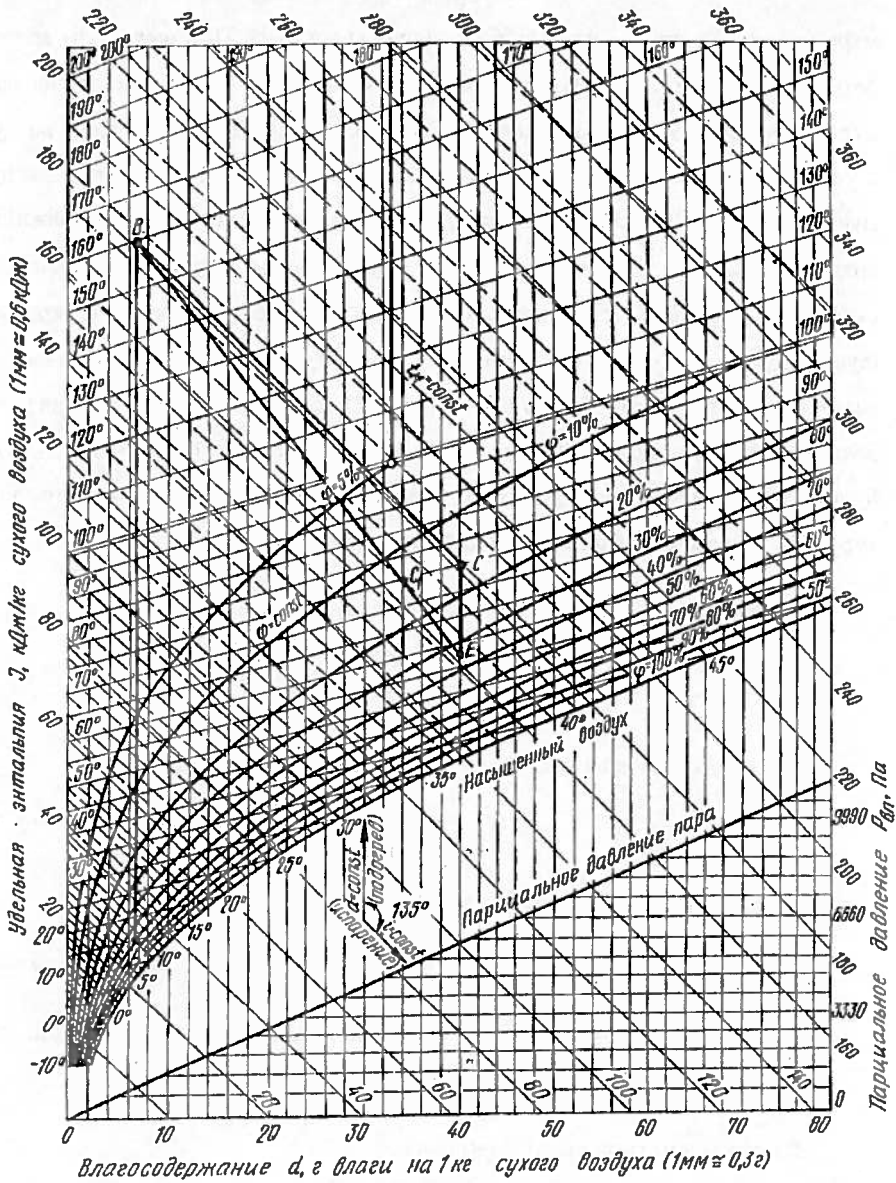


Рисунок 7.2 Схема определения параметров сушки молока на I-d диаграмме

меру (в нашем случае – это 160°C) – получим точку В. При выходе из калорифера воздух имеет температуру 160°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 прямою 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 С<sub>1</sub>) будет иметь следующие параметры: относительную влажность 18%, температуру 72°C, влагосодержание  $d_2 = 0,0348$  кг/кг сухого воздуха.

По формуле (7.3) вычисляем расход воздуха на сушку

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

Потребная тепловая мощность (кВт) калорифера составит

$$N_Q = m_a (I_2 - I_1), \quad (7.4)$$

Диаметр сушильной камеры (м) равен

$$D = 1,05 \sqrt[3]{\frac{3600 \text{ Вт}}{n}} \quad (7.5)$$

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

Высота сушильной камеры (м) равна

$$H = 1,1 D$$

Средний диаметр капли (м) при дисковом распылении равен

$$d = \frac{1,64}{n} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_{ж} R g}}, \quad (7.6)$$

где  $n$  – частота вращения диска,  $\text{с}^{-1}$ ;

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

$\rho_{\text{ж}} = 1080 \text{ кг/м}^3$  – плотность сгущенного молока;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$R$  – радиус распылительного диска, м.

Дальность полета капли (м) равна

$$S = \frac{16,7}{\rho_a} \frac{d}{\rho_{\text{ж.ср.}}} \lg \frac{V_n}{V_k}, \quad (7.7)$$

где  $\rho_a = 1,27 \text{ кг/м}^3$  – плотность воздуха;

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

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

$V_k = 0,4 \text{ м/с}$  – конечная скорость капли.

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

### 7.10 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?

## 7.11 Содержание отчета

Назначение сушильной установки, устройство (рисунок 7.1), 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									
$t_{\text{вх}}$ , °C	$W$ , кг/с	$t$ , °C	$\varphi$ , %	$u_1$ , %	$d_1$ , кг/кг	$d_2$ , кг/кг	$m_a$ , кг/с	$N_Q$ , кВт	$D$ , м	$H$ , м	$d$ , мкм	$S$ , м	$m_{\text{счл}}$ , кг/с	

## 7.12 Список использованных источников

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

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

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

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

7.12.5 Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий по переработке молока. – М.: КолосС, 2010. – 408с.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

## АВТОМАТ ДЛЯ РАЗЛИВА МОЛОКА В ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ПАКЕТЫ

**8.1 Цель работы:** изучить конструкцию и правила эксплуатации автомата молокоразливочного М6-ОРЗ-Е.

**8.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, технологический процесс, регулировки и правила эксплуатации молокоразливочного автомата.

**8.3 Оснащение рабочего места:** автомат молокоразливочный М6-ОРЗ-Е, методические указания, учебные плакаты, набор ключей и мерительных инструментов.

**8.4 Назначение автомата.** Автомат молокоразливочный М6-ОРЗ-Е предназначен для разлива молока и кефира, выработанного резервуарным способом, в полиэтиленовые пакеты и укладку их во внешнюю возвратную тару.

**8.5 Устройство молокоразливочного аппарата.** Молокоразливочный аппарат собран на литом корпусе, к которому крепятся все составные части, в том числе и устройство для укладки пакетов в ящики. Автомат молокоразливочный (рисунок 8.1) имеет следующие основные узлы: рулодержатель 1, ролик направляющий 2, облучатель бактерицидный 3, дозатор 4, механизм продольной сварки 5, механизм поперечной сварки и обрезки 8, труба дозировочная 9, труба формовочная 10, механизм нанесения даты 11.

Автомат молокоразливочный М6-ОРЗ-Е имеет восемь пневмоцилиндров (рисунок 8.2) для привода рабочих органов, поэтому подключается к центральному воздухопроводу, либо к индивидуальной компрессорной установке.

### **8.6 Работа молокоразливочного автомата.**

Автомат выполняет следующие технологические операции: разматывает пленку с рулона, наносит на пленку дату, проводит бактерицидную обработку пленки, формирует из пленки рукав, сваривает продольный шов, сваривает попе-

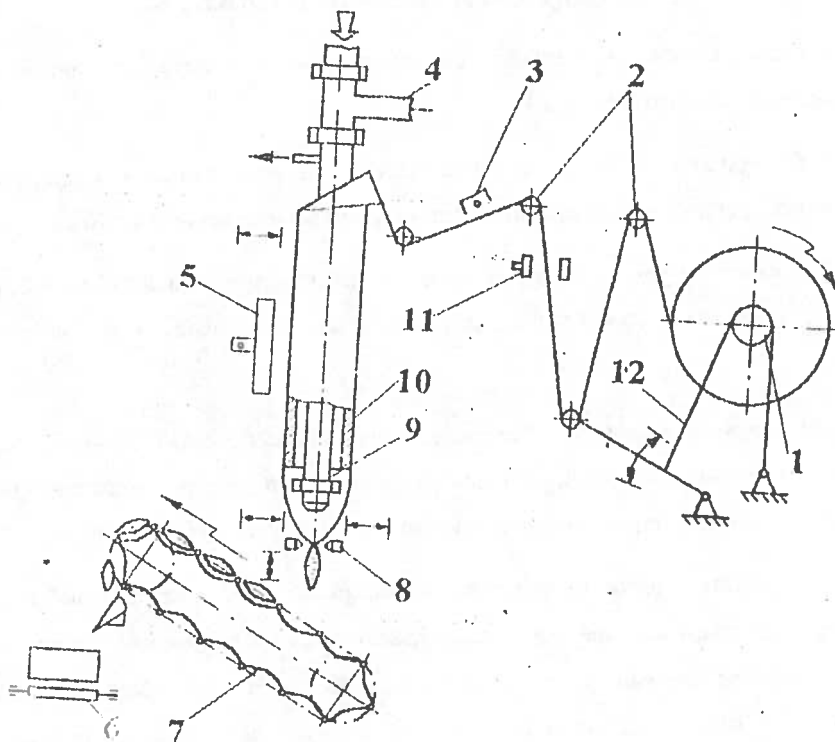


Рисунок 8.1 Схема молокоразливного автомата М6-ОРЗ-Е

1 – рулонодержатель; 2 – ролик направляющий; 3 – облучатель бактерицидный; 4 – дозатор; 5 – механизм продольной сварки; 6 – транспортер ящиков; 7 – транспортер пакетов; 8 – механизм поперечной сварки; 9 – труба дозировочная; 10 – труба формовочная; 11 – механизм нанесения даты; 12 – тормоз.



речный шов, наполняет пакет молоком, отсасывает из пакета воздух, сваривает другой поперечный шов и одновременно отрезает пакет, отводит наполненные пакеты, складывает пакеты в ящики в заданном количестве, отводит наполненные ящики. Молокоразливочный автомат может работать и при выключенном устройстве укладки пакетов в ящики.

Вертикальный цилиндр механизма 8 поперечной сварки и обрезки (рисунок 8.2) обеспечивает размотку пленки с рулона и формирование рукава. Плавность хода пневмоцилиндра регулируется дросселями.

Рулонодержатель 1 предназначен для размотки пленки. При протягивании пленки поднимается рычаг тормоза 12. После прекращения протяжки рулон поворачивается по инерции, петля на пленке увеличивается, опускается рычаг тормоза и тормозится вал рулонодержателя. В перерывах между протягиванием пленки срабатывает пневмоцилиндр дататора 11, который имеет цифровую колодку с подогревающей спиралью. Цифровая колодка, опираясь на резиновую подушку, вдавливают дату в пленку.

Механизм продольной сварки 5 приводится в действие пневмоцилиндром с ходом 30 мм. Перед тем, как сваривающая губа прижимается к пленке, в нагревательный элемент продольной сварки подается импульс электрического тока ( $\tau = 0,67$  с  $J = 30 \dots 40$  А). Нагретый элемент прижимается к двойной пленке и происходит сварка. Нагревательный элемент заключен между прокладками из фторопластовой локоткани для исключения прямого контакта с пленкой и металлическим корпусом.

Механизм поперечной сварки 8 производит поперечную сварку и отрезку пакета. Двойной пневмоцилиндр сближает и разводит губу сваривающую и губу опорную. Перед сжатием губ в нагревательный элемент подается импульс электрического тока ( $\tau = 0,47$  с  $J = 55 \dots 65$  А). Сварка поперечного шва и отрезка пакета происходит одновременно. Во время сварки механизм перемещается вниз с помощью вертикального пневмоцилиндра, разматывая пленку и протягивая рукав для новой порции молока. В нижней точке двойной пневмоцилиндр раскрывает сваривающую и опорную губы. Освобожденный пакет па-

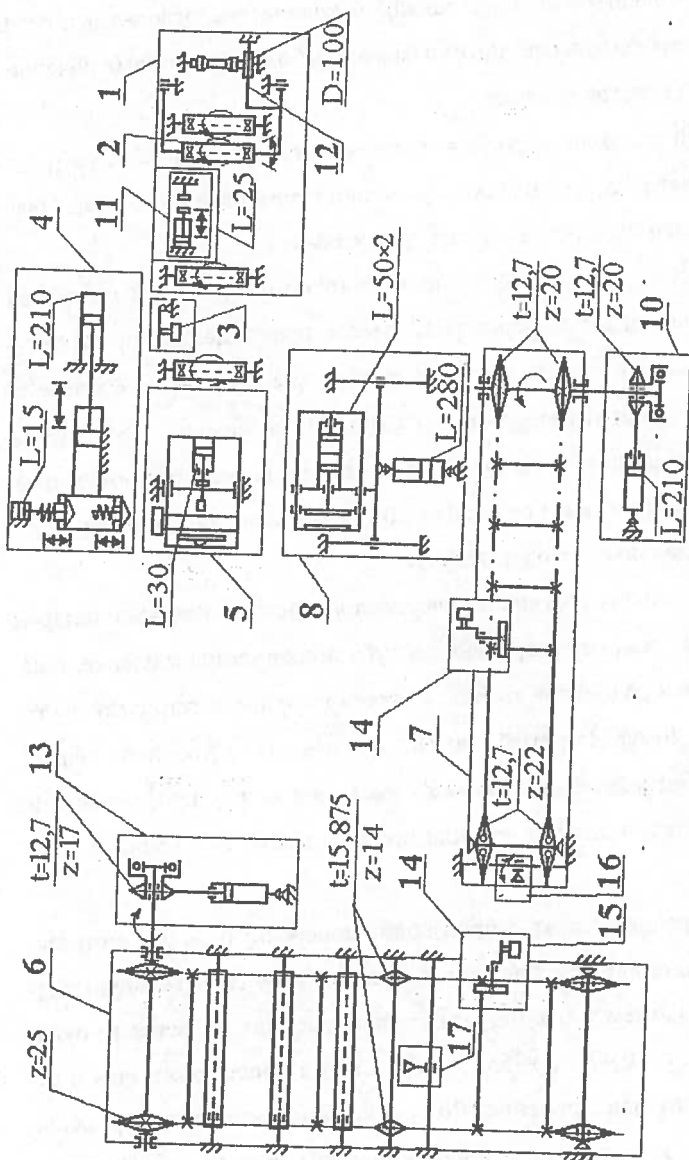


Рисунок 8.2 Схема кинематическая принципиальная автомата М6-ОР3-Е

1-рулонодержатель, 2-ролик направляющий, 3-щуп, 4-дозатор, 5-механизм продольной сварки, 6-транспортер ящиков, 7- транспортер пакетов, 8-механизм поперечной сварки и обрезки, 9-микропереключатель, 10-привод транспортера ящичка, 11-механизм нанесения даты, 12-тормоз, 13-привод транспортера ящичков, 14-выключатель, 15- микропереключатель, 16-датчик пакетов, 17-щуп ящичков.

дает на транспортер, а механизм поперечной сварки перемещается вверх, пропуская между открытыми губами рукав, наполненный молоком. В верхней точке хода цикл повторяется.

Длину пакета можно изменить перестановкой ограничителей вертикального хода. Сваривающая и опорная губы охлаждаются водой, которая подводится по трубам.

Дозатор 4 служит для подачи в пакеты установленной дозы молока. При перемещении горизонтального пневмоцилиндра назад верхний пневмоцилиндр открывает верхний клапан и в полость гильзы засасывается молоко из бачка. При движении горизонтального пневмоцилиндра вперед верхний клапан закрывается вертикальным пневмоцилиндром и порция молока через нижний клапан выжимается в дозировочную трубу и из нее попадает в пакет. Поплавковое устройство поддерживает определенный уровень молока в бочке, при снижении уровня ниже допустимой нормы датчик через электрическую систему включает звонок и красную лампочку на пульте управления.

Регулировка дозы молока производится при помощи гайки, изменяя ход поршня.

Отсос воздуха из пакета производится с помощью сжатого воздуха и эжектора.

Устройство укладки пакетов в ящики (на рабочем месте отсутствует) отводит заполненные пакеты, складывает их в ящики в заданном количестве, отводит наполненные ящики. Пакеты с молоком попадают в ячейки на ленте транспортера пакетов 7, которая периодически передвигается на один шаг. Периодическое движение транспортер пакетов получает от пневмоцилиндра с ходом 210 мм через цепь, звездочку и обгонную муфту. Место остановки транспортера пакетов определяет выключатель 14, состоящий из микровыключателя 15 и валика с рычажком. С транспортера пакеты падают в ящик через лоток, к которому прикреплен подпружиненный сектор. Сектор, периодически отклоняясь и возвращаясь в исходное положение, обеспечивает счет пакетов. Отсчитав

заданное количество пакетов, счетчик включает транспортер ящиков, который подает под лоток пустой ящик, а полный отводит на один шаг.

Транспортер ящиков 6 имеет отдельный привод 13, аналогичный по устройству приводу 10. Привод 13 останавливается выключателем 14 в нужном положении. Снова привод включается счетно-импульсным реле после отсчета заданного числа пакетов. При отсутствии очередного ящика на транспортере шуп 17 обеспечивает выключение транспортеров и автомата.

Обслуживают автомат 2 человека: оператор-электромеханик 4 разряда, который наблюдает за работой автомата, проверяет качество сварных швов и объем дозы, а также готовит автомат к работе и рабочий 2 разряда, который подает пустые ящики на транспортер.

### 8.7 Регулировки

Объем дозы продукта (0,25 л, 0,5 л, 1л) регулируется изменением хода поршня дозатора. При настройке на малую дозу на шток ставят два ограничителя, на среднюю - один ограничитель и на большую -ограничитель не ставят. Для точной настройки дозы имеется гайка, с помощью которой изменяется ход поршня.

Длина пакета регулируется перестановкой ограничителей вертикального хода механизма поперечной сварки и обрезки.

### 8.8 Техническая характеристика молокоразливочного автомата

Таблица 8.1 Техническая характеристика автомата М6-ОРЗ-Е

Показатели	Значения
1	2
Упаковываемый продукт	Молоко пастеризованное (ГОСТ 13277-79) и кефир (ОСТ 49-29-84)
Объем дозирования, л	0,25 ± 0,01 0,5 ± 0,015 1,0 ± 0,02
Упаковочный материал	Пленка полиэтиленовая (ТУ6-05-1524-72)

Окончание таблицы 8.1

1	3
Ширина пленки, мм	320±2
Толщина пленки, мм	0,09±0,01
Ориентировочные размеры пакета (без продукта), мм	100x150; 150x150; 245x150
Производительность, пак/мин	25
Привод автомата	Пневматический
Установленная мощность, кВт	2,08
Расход сжатого воздуха при давлении 0,6-1 МПа, м <sup>3</sup> /ч	50
Расход охлаждающей воды при температуре 15 °С, м <sup>3</sup> /ч	0,2
Габаритные размеры автомата, мм	2010x2400x2660
Масса автомата, кг	700
Обслуживающий персонал, чел	2

## 8.9 Правила эксплуатации

### 8.9.1 Меры безопасности

- к работе на автомате допускаются работники, изучившие правила техники безопасности;
- автомат должен быть надежно заземлен;
- у подножия автомата должен быть уложен деревянный решетчатый мат для оператора, а рабочее место должно быть хорошо освещено;
- обслуживающему персоналу запрещается: включать автомат без предупреждения и не убедившись в его исправности, оставлять на автомате инструмент и другие посторонние предметы, работать в незаправленной одежде.

### 8.9.2 Порядок монтажа

Автомат монтируется на полу по уровню, затем устанавливаются транспортеры пакетов и ящиков. Вокруг автомата должно быть свободное пространство не менее 1 м, а спереди - не менее 1,5 м.

Молоко подводится к автомату трубами с внутренним диаметром не менее 35 мм, на входе в бачок дозатора должен быть установлен кран. Вода и воздух подводятся к автомату резиновыми рукавами диаметром соответственно 8 мм и 18 мм. Электропроводка выполняется в металлической трубе проводами с сечением не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.

### 8.9.3 Подготовка к работе и начало работы

Заправить автомат упаковочным материалом.

Пустить автомат на холостом ходу, для чего необходимо:

- открыть кран сжатого воздуха;
- включить электропитание и запустить командоаппарат;
- дозатор без продукта пустить только на несколько циклов.

Открыть кран подачи молока, заполнить бачок дозатора.

Включить подачу охлаждающей воды в нагреватели и запустить аппарат.

Проверить и отрегулировать объем дозы.

### 8.9.4 Чистка и мойка

После окончания работы разобрать дозатор и промыть его теплой водой (35 °С), а затем горячей водой (50-55 °С). После этого продезинфицировать осветленным раствором хлорной извести или пропариванием, затем промыть чистой водой.

Снаружи автомат промыть теплой водой и просушить струей воздуха. Запрещается мыть автомат струей из шланга.

## 8.9.5 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 8.2 Основные возможные неисправности

Наименование неисправностей	Вероятные причины	Метод устранения
Некачественная сварка продольного шва	Недостаточна температура продольного нагревателя	Повысить мощность импульса тока
	Недостаточная сила прижима механизма продольной сварки	Отрегулировать дроссель цилиндра продольной сварки
Продольный шов проварен	Высокая температура продольного нагревателя	Уменьшить мощность импульса тока
	Прогорели прокладки на нагревателе	Заменить прокладки (срок службы прокладок около 4 <sup>х</sup> смен)
Некачественная сварка поперечного шва	Недостаточная температура поперечного нагревателя	Повысить мощность импульса тока
	Прогорели прокладки на нагревателе	Заменить прокладки
Складки на поперечном шве	Распорка на формовочной трубе недостаточно растягивает рукав	Отрегулировать распорку
Трудно протягивается пленка	Влажный рукавообразователь и формующая труба	Тщательно протереть сухой тряпкой рукавообразователь, формующую трубу и направляющие валики
Большое рассеивание дозы	Воздух в полости цилиндра дозатора	Выпустить воздух
	Износились кольца поршня дозатора или клапанов	Заменить кольца
Механизмы сильно стучат (быстрый ход)	Высокое давление в пневмосистеме	Отрегулировать давление
	Неправильное дросселирование цилиндров	Отрегулировать дроссели
Механизмы делают неполный ход (медленный ход)	Недостаточное давление в пневмосистеме	Отрегулировать давление
	Неправильное дросселирование цилиндров	Отрегулировать дроссели

## 8.10 Контрольные вопросы

- 1) Каково назначение молокоразливочного автомата М6-ОРЗ-Е?
- 2) Из каких основных узлов состоит молокоразливочный автомат?
- 3) Как работает молокоразливочный автомат?
- 4) Как регулируется автомат М6-ОРЗ-Е?
- 5) Перечислить основные технические характеристики молокоразливочного автомата?
- 6) Какие меры безопасности нужно соблюдать при работе на автомате М6-ОРЗ-Е?
- 7) Как начинается и завершается работа на молокоразливочном автомате?
- 8) Какие неисправности могут возникнуть в процессе работы автомата М6-ОРЗ-Е?

## 8.11 Расчеты фасовочного автомата

Рассчитать ход штока пневмоцилиндра дозатора (м) по формуле:

$$S = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2},$$

где  $V$  – объем одной дозы молока,  $\text{м}^3$ ;

$d$  – диаметр поршня дозатора, м.

Рассчитать наружный диаметр формовочной трубы (м) молокоразливочного автомата по формуле:

$$D = \frac{B - \Pi}{\pi},$$

где  $B$  – ширина полиэтиленового рулона, м;

$\Pi = 0,015 - 0,025$  м – перекрытие на продольную сварку.

Рассчитать время чистой работы автомата (с) на фасовке  $G = 1000$  кг молока по формуле:

$$T = \frac{G}{\rho \cdot Q \cdot V},$$

где  $\rho = 1032,6 \text{ кг/м}^3$  – плотность молока при температуре  $+5^\circ\text{C}$ ;



Q – производительность автомата, пакетов в секунду;

V – объем одной дозы молока, м<sup>3</sup>.

Рассчитать расход полиэтиленовой пленки (пог.м) на фасовку G = 1000кг молока по формуле:

$$L = k \cdot \frac{G}{\rho \cdot V} \cdot l,$$

где k = 1,005 - 1,01 – коэффициент учитывающий расход пленки на настройку автомата;

l – длина одного пакета, м.

Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 8.3

Таблица 8.3 Результаты измерений и расчетов

Показатели	Значение показателей при объеме дозы:		
	0,25л	0,5л	1,0л
Диаметр поршня дозатора, мм			
Наружный диаметр формовочной трубы, мм			
Ход штока дозатора, мм			
Время чистой работы автомата на фасовке 1000кг молока, ч			
Расход полиэтиленовой пленки на фасовку 1000 кг молока, пог.м.			

**8.12 Составление отчета:** составить отчет по работе в виде ответов на контрольные вопросы с изображением схем молокоразливочного автомата (рисунки 8.1 и 8.2). Выполнить расчеты, заполнить таблицу 8.3, сделать выводы.

### 8.13 Список использованных источников

- 1) Техническое описание и инструкция по эксплуатации автомата молокоразливочного М6-ОРЗ-Е. - Ижевск, 1997.
- 2) Отраслевой каталог «Оборудование технологическое для молочной промышленности», ОКП 51 3221.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

### ФАСОВОЧНО-УКУПОРОЧНЫЙ АВТОМАТ

- 9.1 Цель работы:** изучить устройство и принцип работы фасовочно-укупорочного автомата Б2-ОРУ-3
- 9.2 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, принцип работы, регулировки, правила эксплуатации фасовочно-укупорочного автомата Б2-ОРУ-3; ответить на контрольные вопросы и составить отчет
- 9.3 Оснащение рабочего места:** фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3, методические указания, учебные плакаты
- 9.4 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, разливно-укупорочный автомат, автомат для укладки бутылок в ящики, транспортер бутылок, электроцист.

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.

#### 9.5 Устройство и работа

Фасовочно-укупорочный автомат Б2-ОРУ-3 карусельного типа (рисунок 9.2) 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, ко-

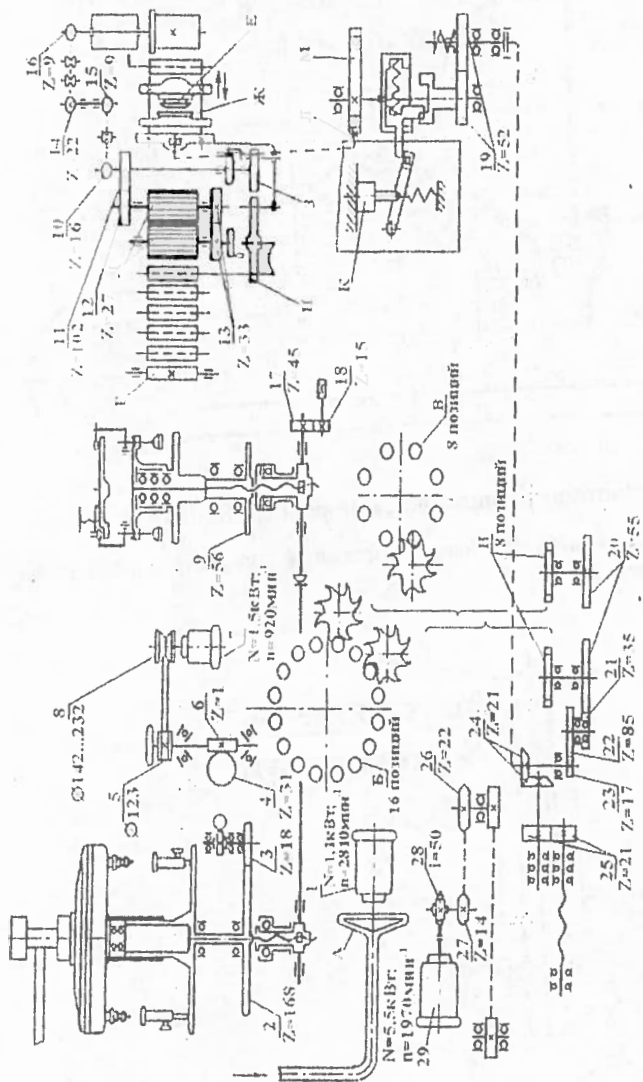


Рисунок 9.1 Кинематическая схема агрегата Б2-ОРУ-3

1,7,29 – электродвигатели; 2,3,9-13,17-25 – шестерни; 4-червячное колесо; 5-шкив; 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 – шагун; М – эксцентрик; Н – звездочка загрузочная.

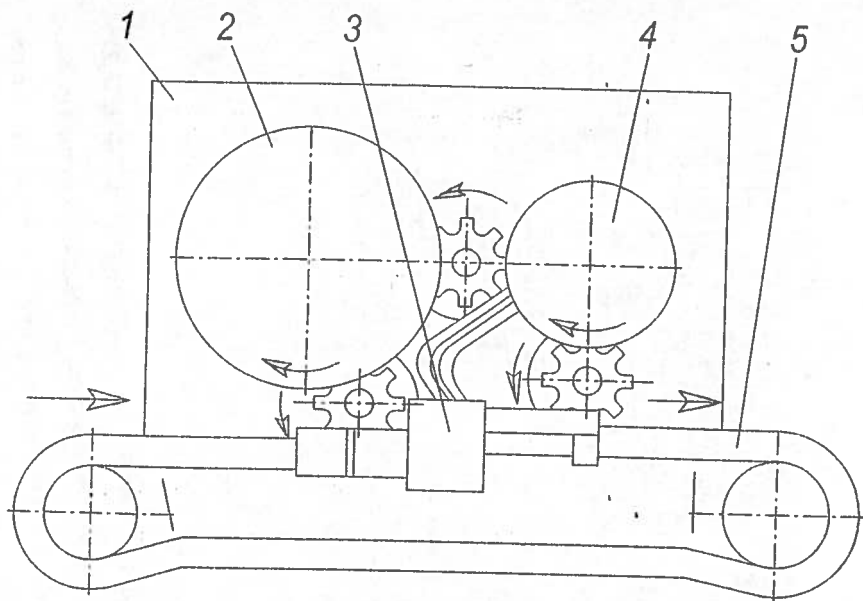


Рисунок 9.2 Автомат разливочно-укупорочный Б2-ОРУ-3

- 1 – корпус; 2 – разливочная головка; 3 – штамп; 4 – укупорочная головка; 5 – транспортер бутылок

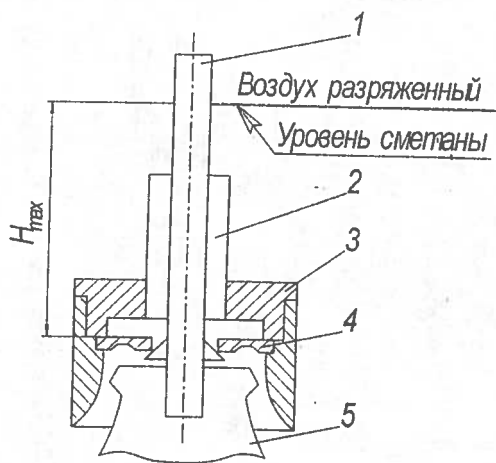


Рисунок 9.3 Устройство дозирования по уровню

- 1 – трубка воздушная; 2 – трубка продуктовая; 3 – разливочный патрон; 4 – резиновый клапан; 5 – бутылка

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

Привод фасовочно-укупорочного автомата (рисунок 9.1) 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 9.3) 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.

### 9.6 Техническая характеристика

Основные данные фасовочно-укупорочного автомата приведены в таблице

9.1

Таблица 9.1 Основные данные автомата Б2-ОРУ-3

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

1	2
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

### 9.7 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.

### 9.8 Расчет фасовочно-укупорочного автомата

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

$$П = n_p \cdot z, \quad (9.1)$$

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 9.2)

$$n_p = n_{\text{дв}} \cdot \frac{d_8}{d_5} \cdot \frac{z_6}{z_4} \cdot \frac{z_3}{z_2}, \quad (9.2)$$

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

$d_i, z_i$  - кинематические параметры привода.

По формуле (9.2) 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

$$T_n = \frac{60}{n_p} \cdot \frac{\varphi_p}{360}, \quad (9.3)$$

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

Продолжительность наполнения бутылки продуктом при разливе по уровню рассчитывается по формуле

$$T_{\text{нап}} = \frac{V}{\mu \cdot f} \sqrt{\frac{2 \cdot H_{\text{max}} \cdot 10^4}{\rho}}, \quad (9.4)$$



а при разливе по объему определяется по формуле

$$T_{\text{нап}} = \frac{2 \cdot V}{\mu \cdot f} \sqrt{\frac{2 \cdot H_{\text{max}} \cdot 10^4}{\rho}}, \quad (9.4a)$$

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;

$H_{\text{max}}$  - напор продукта при разливе, м (рисунок 9.3);

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

Так как в автомате Б2-ОРУ-3 продукт разливается по уровню, то время наполнения следует рассчитывать по формуле (9.4). При работе разливочного автомата должно выполняться соотношение  $T_{\text{нап}} \leq T_{\text{п}}$ .

Результаты расчетов занести в таблицу 9.2.

Таблица 9.2 Результаты расчетов фасовочно-укупорочного автомата

Показатели, размерность	Значения	
	$d_g = 142 \text{ мм}$	$d_g = 232 \text{ мм}$
Производительность автомата П, бутылок/мин		
Частота вращения разливочной карусели $n_r$ , мин <sup>-1</sup>		
Время нахождения бутылки под разливочным патроном $T_{\text{п}}$ , с		
Время наполнения бутылки $T_{\text{нап}}$ , с		

### 9.9 Составление отчета

В отчете отразить: назначение, устройство (рисунок 9.1, рисунок 9.3), принцип действия, техническую характеристику, правила эксплуатации разливочно-укупорочного автомата, результаты расчетов (таблица 9.2).

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

### 9.10 Контрольные вопросы

- 1) Для чего предназначен разливно-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)?

### 9.11 Библиографический список

- 1) Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.Д. 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.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

## АВТОМАТ ДЛЯ ФАСОВКИ И УПАКОВКИ СЛАДКОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ В ПЕРГАМЕНТ

### 10.1 Общие сведения

Группа фасовочно упаковочных автоматов предназначена для фасовки и упаковки продуктов в пергамент или фольгу. Все автоматы этой группы имеют аналогичное устройство. Отличаются они механизмами подачи продукта, размерами ячеек формирующего стола и соответствующими настройками (таблица 10.1).

Таблица 10.1 Основные показатели фасовочно упаковочных автоматов

Марка автомата	Продукт	Упаковочный материал	Масса пакета, г	Размеры пакета, мм
М6-АР2Т	творог	Пергамент	250	100×75×37±1
			125	75×50×37±1
М6-АР2С	сладкая творожная масса	Пергамент	100	75×50×29±2
М6-АР1Т	сладкая творожная масса	Пергамент	50	50×37×30±1
М6-АРМ	масло	фольга	250	100×75×37±1
			200	100×75×29±1
			125	75×50×37±1
			100	75×50×29±1
М6-АР1М	фарш	Пергамент	250	100×75×34±2

Устройство данной группы автоматов изучим на примере фасовочно-упаковочного автомата М6-АР2С.

**10.2 Цель работы:** изучить устройство и принцип работы фасовочно-упаковочного автомата М6-АР2С.

**10.3 Содержание работы:** изучить назначение, устройство, принцип работы, регулировки, правила эксплуатации фасовочно упаковочного автомата М6-АР2С; ответить на контрольные вопросы, произвести измерения, расчеты и составить отчет.

**10.4 Оснащение рабочего места:** фасовочно упаковочный автомат М6-АР2С, методические указания, учебные плакаты.

**10.5 Назначение:** фасовочно упаковочный автомат М6-АР2С предназначен для фасовки и упаковки сладкой творожной массы в пергамент с предварительно отпечатанной обезличенной этикеткой брикетами по 100г.

**10.6 Устройство и работа:** автомат работает в комплекте с подъемником творожной массы, который загружает бункер автомата фасуемым продуктом. Конструктивно автомат разделен на 6 узлов: 1) станина с главным приводом; 2) механизм образования коробки; 3) формующий стол; 4) дозатор; 5) механизм заделки; 6) транспортер.

Станина является основанием для установки всех механизмов автомата. Она представляет собой массивный корпус, установленный на четырех опорах. В ней размещены главный привод автомата, механизмы привода гильзы и крана дозаторов, а также съемник 14 пакетов с формующего стола 9, на транспортер 11 (рисунок 10.1).

Механизм образования коробки служит для образования коробки из развертки пергамента. Он крепится на основном корпусе станины и приводится в движение от главного привода.

Формующий стол предназначен для выполнения технологических операций, связанных с фасовкой и упаковкой продукта, и съема готовых пакетов. Стол имеет 8 гнезд, над которыми монтируются соответствующие механизмы.

Дозатор автомата состоит из поворотного цилиндра с боковым окном и поршня. Он наполняет коробки определенной дозой продукта. дозатор соединен с бункером, в который загружается продукт для фасовки.

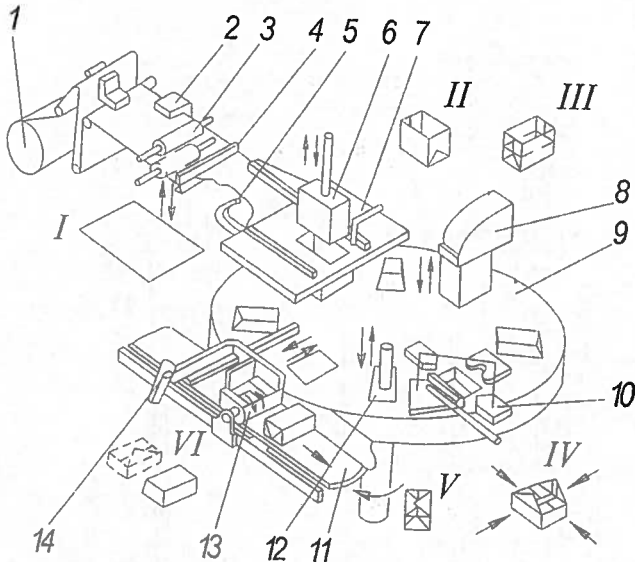


Рисунок 10.1 Технологическая схема фасовочно упаковочного автомата М6-АР2С

1 – рулон пергамента; 2 – датирующий механизм; 3 – сектор регулирующий; 4 – нож; 5 – захват; 6 – пуансон; 7 – матрица формующая; 8 – дозатор; 9 – стол формующий; 10 – механизм заделки; 11 – транспортер; 12 – механизм подпрессовки; 13 – переворачиватель; 14 – съемник; I – развертка пергамента; II, III – коробка; IV - VI – пакет

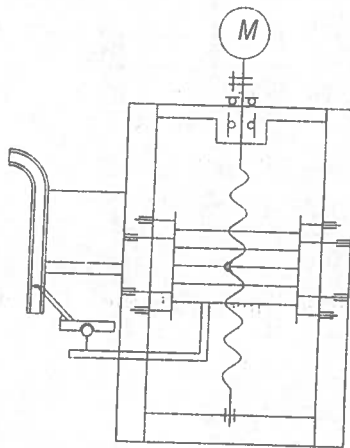


Рисунок 10.2 Схема кинематическая принципиальная подъемника творожной массы в бункер автомата

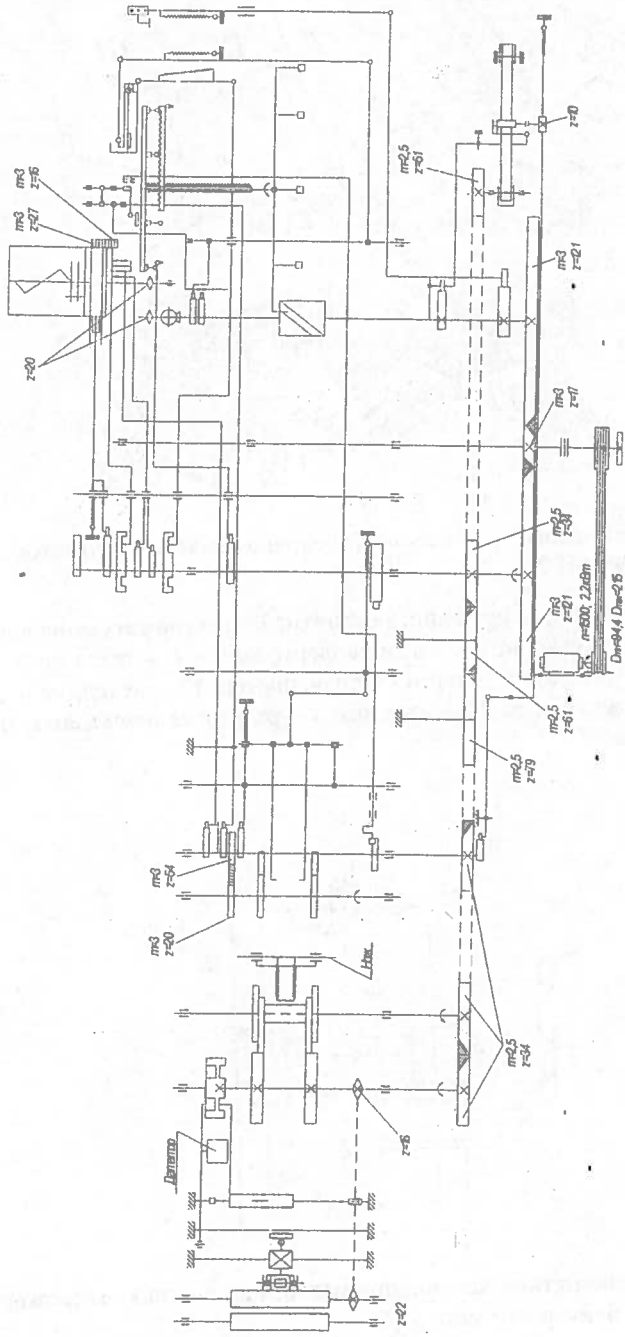


Рисунок 10.3 Схема кинематическая принципиальная фасовочно упаковочного автомата МБ-АР2С

Механизм заделки 10 загибает две торцовые стенки наполненных пакетов, затем загибает заднюю боковую стенку, а передняя стенка загибается неподвижной лыжей при очередном повороте формующего стола.

Механизм подпрессовки служит для окончательной формовки пакета.

Съемник снимает пакеты с формующего стола и подает их на переворачиватель 13, который укладывает пакет заделанной стороной вниз на транспортере 11.

Конструкция автомата выполнена так, что все последовательные операции фасовки и упаковки продукта происходят по кругу. Основным связывающим звеном между узлами является формующий стол с находящимися в ней восемью гнездами, расположенными равномерно по окружности под углом  $\pi/4$  радиан друг к другу.

Работа автомата происходит по технологическому циклу, который состоит из следующих операций:

- подача упаковочного материала и нанесения даты;
- отрезка развертки для коробки из ленты упаковочного материала;
- подача развертки на формующую матрицу;
- контроль наличия развертки под пуансоном;
- образование коробки и укладки ее в гнезда формующего стола, который периодически вращаясь, последовательно подает коробку для выполнения последующих операций;
- подача определенной дозы продукта в коробку с помощью поршневого механизма;
- торцевая и боковая загибка краев коробки с помощью механизма заделки;
- окончательная заделка краев коробки с помощью прессующего механизма;
- съем пакета с формующего стола и переворот его на транспортер.

**10.7 Регулировки автомата:** производительность автомата регулируется при помощи маховика вариатора только при вращающемся электродвигателе в диапазоне ограничительных гаек.

Сцепление регулируется на величину передаваемого усилия. Вытягивается фиксатор, поворачивается гайка на 1/12 оборота и фиксатор ставится на место так, чтобы он попал в одно из 24<sup>x</sup> отверстий шайбы. При повороте гайки вправо передаваемое усилие увеличивается, влево – уменьшается.

Длина развертки пергамента регулируется поворотом регулирующих секторов. Подвижный нож должен в самом верхнем положении выступать за неподвижный на 2 мм.

Масса пакета регулируется при помощи изменения хода поршня дозатора. Перемещая винтовой парой точку соединения толкателя поршня с рычагом ближе к оси рычага, уменьшают объем дозы продукта и наоборот.

Механизмы заделки и подпрессовки регулируются с помощью тяг и регулирующих винтов.

### 10.8 Техническая характеристика автомата М6-АР2С

Основные данные автомата проведены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 Техническая характеристика фасовочно упаковочного автомата М6-АР2С

Показатели	Значения
Тип автомата	карусельный периодического действия
Производительность пакетов в секунду	1,0 – 1,42
Регулирование производительности	бесступенчатое
Масса пакета, г	100
Размер пакета, мм	75×50×29±1
Тип дозатора	объемный
Точность дозирования, %	0,2
Ширина рулона пергамента, мм	160±2
Размер развертки пергамента, мм	160×150
Толщина пергамента, мм	0,05 – 0,08
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Частота вращения, с <sup>-1</sup>	25
Габариты (с подъемником), м	2,92×2,92×3,73
Масса автомата, кг	1250



## 10.9 Правила эксплуатации

При подключении в сеть необходимо обеспечить вращение электродвигателя по часовой стрелке, смотря с конца вала электродвигателя, в противном случае неизбежна поломка автомата. Автомат должен ежедневно смазываться согласно карте смазки. В картер заливается 38 литров масла.

Части автомата без антикоррозионного покрытия оберегать от воды. Не обмывать автомат из шланга.

Перед началом работы необходимо:

- внимательно осмотреть автомат, убедиться в отсутствии посторонних предметов на автомате;
- проверить крепление формующих деталей;
- заправить автомат пергаментом;
- выключить дозатор при помощи рычага и заполнить бункер продуктом;
- нажатием кнопки «Пуск» пустить электродвигатель при выключенном сцеплении и отрегулировать автомат на минимальную производительность, после чего выключить электродвигатель кнопкой «Стоп»;
- при помощи рычага включить сцепление, прокрутить автомат вхолостую от руки за маховик, автомат не должен оказывать заметного сопротивления;
- выключить сцепление;
- нажать кнопку «Пуск» и затем включить сцепление;
- когда формующий стол заполнится коробками, включить дозатор при помощи рычага;
- отрегулировать массу пакета.

Основные требования по технике безопасности и промсанитарии сводятся к следующему:

- к эксплуатации автомата допускаются лица, имеющие соответствующее удостоверение и прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- рабочие органы, наружная поверхность автомата и рабочее место должны содержаться в чистоте и быть свободными от посторонних предметов;

- запрещается включать автомат, не убедившись в его исправности и без предупреждения; работать в незаправленной одежде; во время работы автомата производить смазку, снимать ограждения, протирать формующий стол и гнезда, проталкивать продукт в бункер рукой или посторонними предметами; оставлять инструмент и другие предметы на автомате.

### 10.10 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 10.3 Основные неисправности автомата

Наименования неисправностей	Вероятные причины	Метод устранения
1. Сцепление тянет при холостом ходе	Сцепления полностью не выключается. Большое натяжение	Изменить положение рычага. Несколько ослабить регулировочную гайку.
2. Сцепление буксует	Малое натяжение	Подтянуть регулировочную гайку
3. Автомат не останавливается при отсутствии развертки под пуансоном	Щуп не попадает в отверстие формующей матрицы или не полностью нажимает на микропереключатель	ослабить винт, установить щуп в нужное место и снова затянуть винт
4. Ножи не режут пергамент	Ножи затупились	Подвижный нож снять для шлифовки, а неподвижный нож перевернуть для использования другой режущей кромки
5. Измазываются лапки концевой и боковой заделки	Верхняя плоскость продукта выше верхней плоскости формующего стола	При помощи установочного винта отрегулировать положение выталкивателя так, чтобы плоскости были на одной высоте

### 10.11 Контрольные вопросы

- 1) Каково назначение фасовочно упаковочного автомата М6-АР2С?
- 2) Из каких основных узлов состоит автомат М6-АР2С?
- 3) Как работает автомат М6-АР2С?

- 4) Как регулируется автомат?
- 5) Перечислите основные технические характеристики фасовочно упаковочного автомата М6-АР2С.
- 6) Какие меры безопасности нужно соблюдать при работе на автомате?
- 7) Как начинается работа на фасовочно упаковочном автомате?
- 8) Какие неисправности могут возникнуть в процессе работы автомата М6-АР2С и как их можно устранить?

### 10.12 Расчеты автомата

Рассчитать ход поршня дозатора (м) по формуле:

$$S = 4 (L \cdot B \cdot H) / (\pi d^2),$$

где  $d$  – диаметр поршня дозатора, м;

$L, B, H$  – размеры пакета с продуктом, м.

Рассчитать расход пергамента (пог.м.) на фасовку  $G = 1000$  кг творога по формуле

$$L = k \cdot \frac{G}{G_1} \cdot (L + 4H) \cdot L_p,$$

где  $k = 1,005 - 1,01$  – коэффициент, учитывающий расход пергамента при настройке автомата;

$G_1 = 0,1$  кг – сила тяжести одного пакета с продуктом;

$L_p = L + 2H_n$  – длина развертки пергамента для пакета, м;

$L$  – длина пакета, м;

$H_n$  – высота полного опускания подвижного дна в формующем столе, м.

### **10.13 Составление отчета**

Составить отчет по работе в виде ответов на контрольные вопросы с изображением схем автомата (рисунки 10.1 и 10.3), произвести замеры, расчеты, сделать выводы.

### **10.14 Библиографический список**

10.14.1 Описание и инструкция по эксплуатации и обслуживанию автоматов марок М6-АРТ, М6-АР2С, М6-АРМ, М6-АР1М. –Вильнюс: изд. Капсукского 3-д прод. автоматов, 1988. – 48 с.

10.14.2 Отраслевой каталог оборудование технологическое для молочной промышленности, ОКП 51 3228. - С. 131-138.

10.14.3 Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий по переработке молока.- М.: КолосС, 2010. - 408с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Основные физические свойства воды

t°C	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$	$c$	$\mu \cdot 10^{-3}$	Pr	$\sigma \cdot 10^{-3}$	$\beta \cdot 10^4$
		Вт/(м*град)	Дж/(кг*град)	Н*с/м <sup>2</sup>		Н/м	1/град
0	1000	0,65	4230	1,79	13,7	77,1	-0,63
10	1000	0,575	4190	1,31	9,52	75,6	+0,70
20	998	0,60	4190	1,0	7,02	74,1	1,82
30	996	0,618	4180	0,804	5,42	72,6	3,21
40	992	0,634	4180	0,657	4,31	71,0	3,87
50	988	0,648	4180	0,549	3,54	69,0	4,49
60	983	0,659	4180	0,47	2,98	67,5	5,11
70	978	0,668	4180	0,406	2,55	65,5	5,7
80	972	0,675	4190	0,355	2,21	63,8	6,32
90	965	0,68	4190	0,315	1,95	61,9	6,95
100	959	0,67	4190	0,28	1,75	61,0	6,7

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Основные физические свойства молока

t°C	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$	$c$	$\mu \cdot 10^{-3}$	Pr	$\sigma \cdot 10^{-3}$
		Вт/(м*град)	Дж/(кг*град)	Н*с/м <sup>2</sup>		Н/м
5	1032,6	0,486	3868	3,02	30,2	47
10	1031,7	0,489	3870	2,52	20,0	45
15	1030,7	0,492	3880	2,14	16,9	45
20	1028,7	0,495	3890	1,82	14,3	43
30	1024,8	0,500	3900	1,35	10,6	42
40	1020,9	0,506	3910	1,10	8,5	42
50	1015,9	0,516	3870	0,87	6,5	42
60	1011,1	0,518	3850	0,72	5,35	42
70	1005,2	0,524	3850	0,63	4,65	42
80	1000,3	0,530	3850	0,58	4,2	42
90	999	0,531	3850	0,56	4,07	42
100	887	0,542	3850	0,54	3,84	42

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Основные физические свойства сливок (жирность 35%)

$t^{\circ}\text{C}$	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ Вт/(м*град)	$c$ Дж/(кг*град)	$\mu \cdot 10^3$ Н*с/м <sup>2</sup>	Pr
5	1002,2	0,286	3260	8	910,0
10	1002,2	0,295	3670	4	495,0
15	996,9	0,305	4100	1,75	264,0
20	993,9	0,317	4000	1,2	151,0
30	988	0,324	3840	0,7	83,0
40	983	0,333	3560	0,45	48,0
50	980	0,345	3550	0,26	26,7
60	974	0,358	3580	0,255	25,5
70	965	0,381	3580	0,25	23,5
80	962	0,397	3580	0,25	22,6
90	960	0,395	3580	0,248	22,5
100	960	0,395	3580	0,245	22,2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Основные физические свойства рассола  
(концентрация NaCl = 22,5%, температура замерзания 253°K)

$t^{\circ}\text{C}$	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ Вт/(м*град)	$c$ Дж/(кг*град)	$\mu \cdot 10^3$ Н*с/м <sup>2</sup>	$\nu \cdot 10^6$ м <sup>2</sup> /сек	Pr
5	1170	0,56	3330	2,46	2,10	14,7
0	1181	0,54	3330	2,98	2,52	18,4
-5	1183	0,523	3329	3,66	3,08	23,4
-10	1185	0,505	3328	4,57	3,86	30,1
-15	1187	0,49	3322	5,61	4,73	38,2
-20	1188	0,476	3320	6,85	5,77	47,5

---

Подписано в печать **16. 01. 2012** г. Формат бумаги 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Усл.-печ. л. **6, 51**. Бумага офсетная  
Гарнитура «Таймс». Печать трафаретная. Заказ **11**. Тираж **75** экз.

---

Типография ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»  
450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34