

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Иркутский государственный аграрный университет  
им. А.А. Ежевского»**

В.В. Пальвинский, Ф.А. Васильев, С.Н. Ильин, А.А. Бричагина

**ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Практикум  
для выполнения лабораторных работ**

**студентам направлений**

**35.03.07 «Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции»**

**19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»**

**19.04.05 «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов  
функционального и специализированного назначения»**

**п. Молодежный – 2020**

УДК 637.1

Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. Практикум для выполнения лабораторных работ. / В.В. Пальвинский, С.Н. Ильин, Ф.А. Васильев, А.А. Бричагина. – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского, 2020. – 234 с.

**Рецензенты:**

Ильин П.И. к.т.н., доцент, заведующий кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения Иркутского ГАУ.

Болоев П.А. д.т.н., профессор кафедры машиноведения ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет».

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета Иркутского ГАУ от 21 мая 2020 г. протокол №9.

Представленный практикум подходит для изучения дисциплины «Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств» направления 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» для студентов очной и заочной форм обучения, «Автоматизированные системы управления технологическими процессами пищевых производств» направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» для студентов очной и заочной форм обучения, «Автоматизированные системы и оборудование при проектировании предприятий по выпуску пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» направления 19.04.05 «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» для студентов очной и заочной форм обучения.

© Ф.А. В.В. Пальвинский, Ф.А. Васильев, С.Н. Ильин, А.А. Бричагина

© Издательство ИрГАУ, 2020.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Правительство Российской Федерации оказывают существенную поддержку развитию сельского хозяйства. Увеличение объемов производства растениеводческой и животноводческой продукции требует от хозяйств искать дополнительные рынки сбыта, а также увеличивать доходы предприятия за счет повышения добавленной стоимости реализуемой продукции. Одним из выходов в данной ситуации является глубокая переработка растениеводческой и животноводческой продукции. Реализация данной задачи возможна путем совершенствованию существующих и строительства новых перерабатывающих предприятий с высоким уровнем механизации и автоматизации производства. В связи с этим резко возрастает роль специалистов в организации правильного использования технологического оборудования и энергетических ресурсов при переработке.

Данное учебное пособие написано в соответствии Федеральным государственным стандартом высшего образования и подходит для изучения лабораторных работ по дисциплинам «Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств» направления 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» для студентов очной и заочной форм обучения, «Автоматизированные системы управления технологическими процессами пищевых производств» направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» для студентов очной и заочной форм обучения, «Автоматизированные системы и оборудование при проектировании предприятий по выпуску пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» направления 19.04.05 «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения» для студентов очной и заочной форм обучения..

Особенностью учебного пособия является освещение машин и оборудования предназначенных для переработки растениеводческой продукции, смешивания, формования, дозирования, сушки пищевых сред и глубокой переработки молока.

Цель настоящего пособия – получение студентами прочных знаний о существующем технологическом оборудовании и автоматизации технологических процессов перерабатывающих производств.

# **ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

### **Сепараторы**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Лабораторное оборудование по способам очистки и сортирования: триер, решетный стан, пневматический классификатор зерна.
2. Плакаты.

#### **Цель и задачи работы**

1. Изучить устройство ситовых сепараторов, пневматических и воздушно-решетных машин, аспираторов и аспирационных колонок, очистителей вороха и семян, дисковых триеров и цилиндрических триерных блоков.
2. Изучить подготовку к работе рассмотренного оборудования.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе ситового сепаратора ЗСП-10.
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе аспиратора (воздушного сепаратора) РЗ-БАБ.
3. Изучить назначение, устройство и подготовку к работе аспирационной колонки А1-БКА.
4. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе пневматического сепаратора РЗ-БСД.
5. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе воздушно-ситового сепаратора А1-БИС-12.

#### **ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ:**

Записать в рабочей тетради

1. Назначение рассматриваемого оборудования.
2. Устройство и процесс работы оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1.Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Куручкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## СИТОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ

**Сепаратор ЗСП-10** (рис. 1), предназначен для очистки зерна пшеницы, ржи, овса и других культур от примесей. Он включает в себя станину 1, два ситовых кузова 12, приемно-распределительное устройство (приемный патрубок 7 с грузовым клапаном 6), подвеску ситовых кузовов 3, привод кузовов (эксцентриковый колебатель 2, электродвигатель 7 и передача), очиститель сит 15.

На станине 1 имеется аспирационный патрубок 8, служащий для обеспыливания машины.

Оба ситовых кузова 12 подвешены на пружинах 3, внутри станины 1. Сита на сепараторе расположены в четыре ряда: первый ряд - приемное сито 5, второй - сортировочное 13, третий - разгрузочное 14, четвертый - подсевное сито 16.

Приемно-распределительное устройство с грузовым клапаном 6 служит для равномерного распределения смеси по ширине сит.

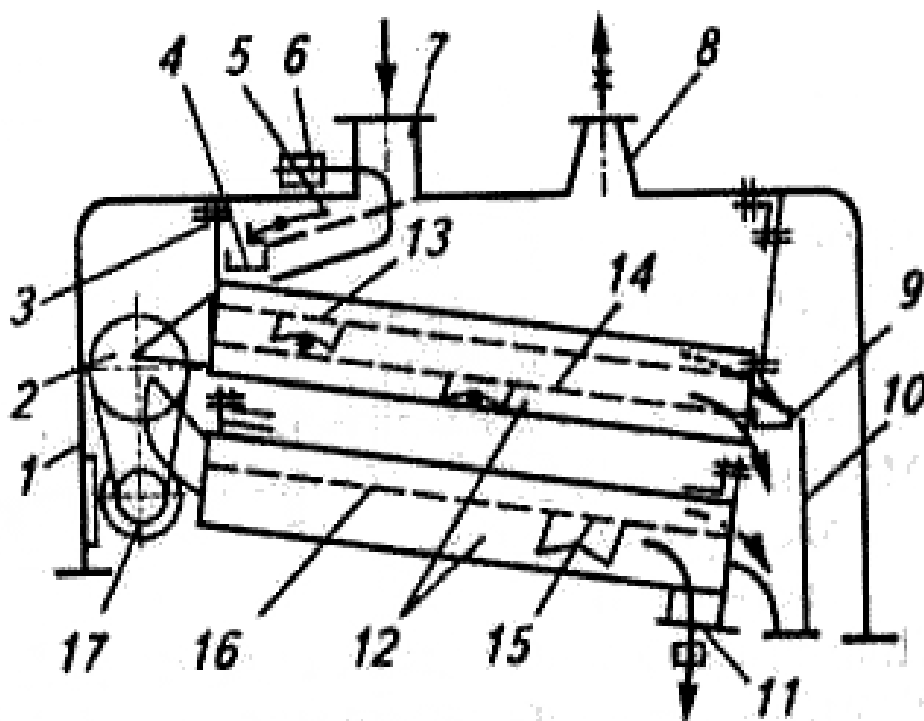


Рисунок. 1- Технологическая схема сепаратора ЗСП-10: 1-станина; 2- эксцентриковый колебатель; 3 – подвеска; 4 – лоток для грубой примеси; 5 – приемное сито; 6 – грузовой клапан; 7 – приемный патрубок; 8 – аспирационный патрубок; 9 – лоток для крупной примеси; 10 – патрубок для зерна; 11 – патрубок мелкой фракции; 12 – ситовые кузова; 13 – сортировальное сито; 14 – разгрузочное сито; 15 – инерционный очиститель сит; 16 – подсевное сито; 17 – электродвигатель.

### Работа сепаратора

*Исходная масса семян из приемно-распределительного устройства, преодолевая сопротивление грузового клапана 6, поступает равномерным слоем на приемное сито 5, сход с которого (грубые примеси) выводится лотком 4 из машины. Проход приемного сита 5 поступает на сортировочное сито 13 для выделения из семян крупных примесей, которые также поперечным лотком 9 направляются в сборник отходов. Семена, прошедшие через сортировочное сито 13, поступают на раз-*

грузочное 14, в верхней части которого поток смеси разделяют на две части: одна идет сходом с разгрузочного сита 14, а другая проходя поступают на подсевное сито 16 нижнего кузова. Сход с разгрузочного и подсевного сит объединяется (это очищенные семена) и выводится из машины. Проход подсевного сита (мелкие примеси) по поддону нижнего кузова поступает в патрубок и также выводится из машины.

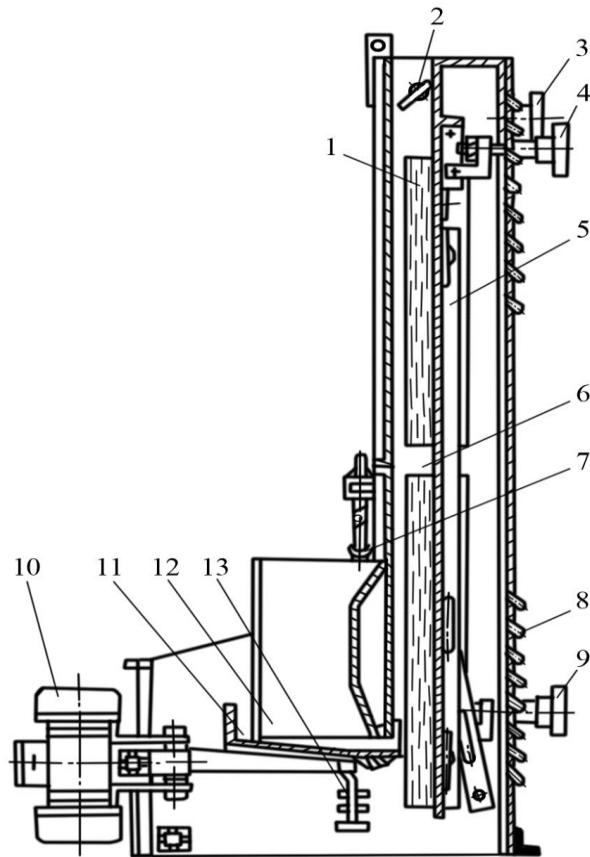
Сита подбираются таким образом, чтобы зерновая смесь на половине длины сортировального сита полностью проходила на разгрузочное сито, а сход зерна с последнего должен быть в пределах 35...50%. При этом потребляемая мощность (без учета на аспирацию) – не более 1Квт.

## ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

**Сепаратор РЗ-БАБ** (рис.2) предназначен для очистки зерна от легких примесей. Он состоит из приемной камеры 12, корпуса, задней подвижной стенки 5 с механизмами регулировки ее наклона, вибратора 10, вибралотка 11, механизма регулировки расхода воздуха.

Корпус сепаратора изготовлен в виде вертикального прямоугольного канала. Внутри корпуса установлена подвижная стенка 5, которая с передней стенкой корпуса образует пневмосепарирующий канал 6.

Рисунок 2 – Воздушный сепаратор РЗ-БАБ: 1- смотровое окно; 2 – дроссельная заслонка; 3 - штурвал заслонки; 4, 9 - штурвалы подвижной стенки; 5- подвижная заслонка; 6 - пневмосепарирующий канал; 7 - пружина; 8 - жалюзи; 10 - вибратор; 11- вибралоток; 12 - приемная камера; 13 - ограничитель.



Подвижная стенка состоит из верхней и нижней частей, шарнирно соединенных между собой. Положение обеих частей регулируют штурвалами 4 и 9

так, что можно устанавливать различную скорость воздуха в верхней и нижней частях пневмосепарирующего канала.

На боковинах сепаратора по всей высоте расположены смотровые окна 1. Задняя стенка имеет жалюзи 8 для поступления воздуха в пневмосепарирующий канал.

В верхней части пневмосепарирующего канала установлена дроссельная заслонка 2 для регулирования расхода воздуха. Ее положение фиксируют штурвалом 3.

Виброблок 11 обеспечивает подачу зерна в пневмосепарирующий канал. Резиновая накладка вибрлотка служит днищем приемной камеры. С корпусом лоток соединен резиновыми подвесками и пружинами 7, которые обеспечивают необходимый подпор зерна в приемной камере независимо от нагрузки, что предотвращает подсос воздуха в пневмосепарирующий канал. Для установления начального зазора между вибрлотком и приемной камерой служит ось с ограничителем хода 13. Это винтовое устройство, на которое опирается вибрлоток.

Вибрлоток приводится в колебательное движение инерционным вибратором 10, который представляет собой электродвигатель с дебалансными грузами.

Изменяя их положение, увеличивают или уменьшают амплитуду колебаний вибрлотка в пределах 1,5-2,5 мм. На боковой стенке корпуса расположена люминесцентная лампа, освещающая пневмосепарирующий канал, что облегчает визуальный контроль и регулирование рабочего процесса.

Сепаратор устанавливают на подставке, которую крепят к перекрытию этажа.

*Технологический процесс в воздушном сепараторе происходит следующим образом (см. рис. 3).*

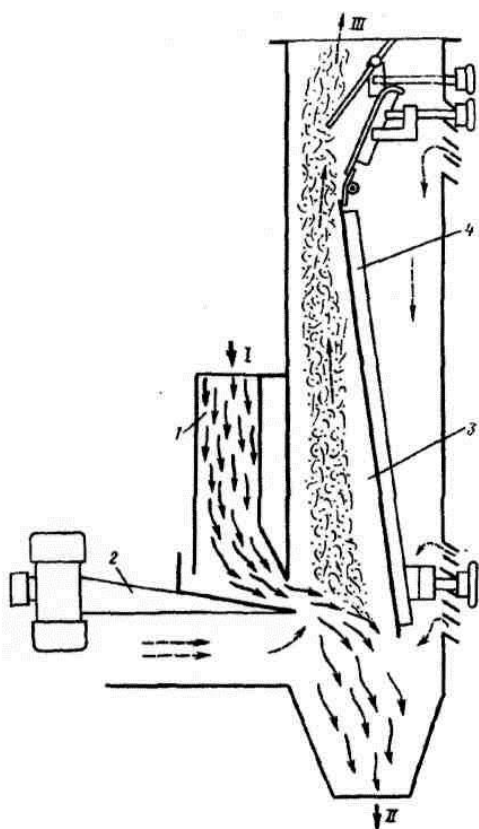


Рисунок 3 – Технологическая схема воздушного сепаратора РЗ-БАБ: 1- приемная камера; 2 – вибрлотковый питатель; 3 – пневмосепарирующий канал; 4 – подвижная стенка; I – исходное зерно; II – очищенное зерно; III – воздух с легкими примесями.

*Зерно поступает в приемную камеру 12, затем на вибрлоток 11. Подпор зерна препятствует подсосу воздуха в приемную камеру. Вибрлоток не только выравнивает слой зерна по всей длине пневмосепарирующего канала, но и способствует расслоению зерновой смеси так, что легкие примеси перемещаются в верхний слой. Это способствует более эффективному их выделению воздухом. Кроме того, подвижную стенку 5 в нижней части устанавливают в такое положение, чтобы слой зерна, сходящего с*

*вибрлотка 11, был практически горизонтальным. Все это создает оптимальные условия для пневмосепарирования. Основное количество воздуха, проходя под вибрлотком 11, объединяется с воздухом, поступающим через жалюзи задней стенки, и пронизывает слой зерна. Дополнительное поступление воздуха через жалюзи препятствует оседанию пыли в пневмосепарирующем канале. Легкие примеси вместе с воздухом поднимаются вверх по каналу и уносятся в аспирационную систему, а очищенное зерно выводится через выпускной патрубок.*

Перед пуском воздушного сепаратора следует обратить внимание на крепление вибратора. Амплитуду его колебаний регулируют, изменяя взаиморасположение грузов, установленных на концах вала. С увеличением расстояния между грузами амплитуда уменьшается, и наоборот.

Вибрлоток должен свободно вибрировать (от руки), а его амплитуда не должна превышать 3 мм. Недопустимо касание вибрлотка стенок приемной камеры. Примерное расстояние между приемной камерой и резиновой пластиной вибрлотка 3-4 мм. Вибрлоток устанавливают строго параллельно кромке камеры так, чтобы размер щели был одинаковым по всей длине; его регулируют, изменяя натяжение пружины.

Для эффективной работы и предотвращения подсосов воздуха необходимо следить, чтобы приемная камера была заполнена зерном, особенно наиболее удаленные от центра зоны. Для того чтобы добиться требуемой эффективности очистки, проводят регулирование дроссельной заслонки и подвижной стенки.

## **АСПИРАЦИОННЫЕ КОЛОНКИ ТИПА БКА**

**Аспирационная колонка А1-БКА** (рис.4) предназначена для выделения примесей из зерна злаковых культур, разделения продуктов шелушения крупяных культур, отличающихся аэродинамическими свойствами, а также для контроля крупы и лузги. Она включает в себя корпус 11, приемную камеру, грузовой клапан 14, питающий валик 12 каскад неподвижных скатов 15, пять поворотных клапанов 13 и 16, устройство для выделения металлических примесей 17, два разрезных клапана 8, наклонный скат, привод питающего валика, осадочную камеру 10.

Над питающим валиком 12 размещен грузовой клапан 14, регулирующий толщину слоя продукта. Под валиком 12 расположены наклонные скаты 15 и четыре поворотных клапана, образующих каскады сепарирования. Клапаны 16 позволяют регулировать направление воздушного потока и прохождение продукта в зоне сепарирования. В нижней части корпуса на выходе из машины установлено магнитное устройство 17, представляющее собой набор малогабаритных магнитных дуг, соединенных полюсными накладками.

Осадочная камера 10 имеет сверху клапан 13 для регулирования расхода воздуха и соответственно скорости воздуха в зоне сепарирования. В нижней части камеры расположены два ряда разрезных клапанов 8, которые в процессе работы в результате образующегося вакуума прижимаются к наклонному скату



и по мере накопления продукта силой его тяжести открываются, выпуская продукт (легкие примеси), не нарушая герметичности. Для регулирования положения клапанов 16 служат рукоятки 1, установленные на наружной боковой поверхности колонки. Здесь же находятся смотровые окна 6, 7 и 9.

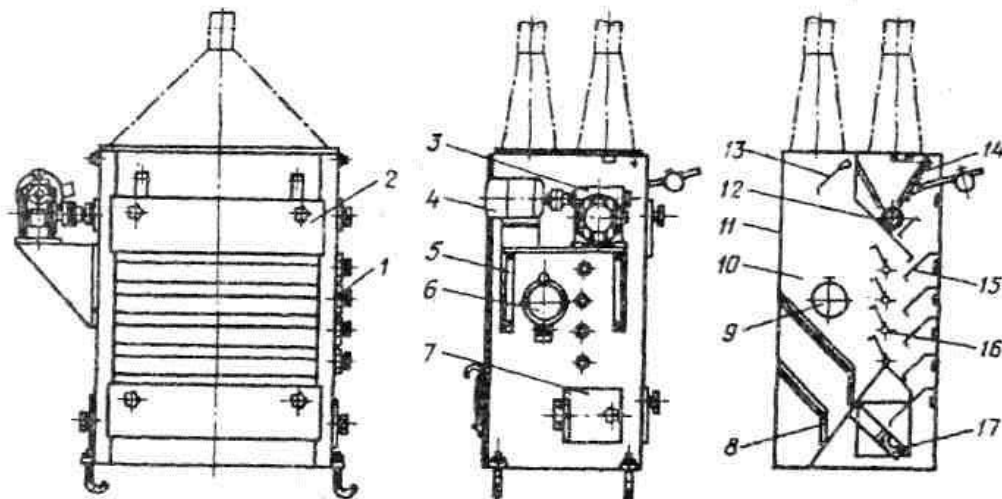


Рис. 4. Аспирационная колонка А1-БКА: 1 — рукоятка; 2 — съемная фортка; 3 — редуктор; 4 — электродвигатель; 5 — кронштейн; 6, 7, 9 — смотровые окна с лючками; 8 — клапан; 10 — осадочная камера; 11 — корпус; 12 — питающий валик; 13, 16 — поворотные клапаны; 14 — грузовой клапан; 15 — неподвижный скат; 17 — устройство для выделения металломагнитных примесей

Колонка имеет два прямоугольных отверстия, предназначенных для присоединения самотечной трубы и патрубка для аспирации, к которому подсоединяют воздуховод аспирационной сети. На передней стенке колонки сделаны два люка со съемными фортками 2, которые обеспечивают доступ к питающему валику и магнитному устройству. Электродвигатель и редуктор устанавливаются на кронштейне 5, прикрепленном к корпусу колонки.

*Продукт через приемное отверстие попадает на питающий валик 12 и равномерной лентой через грузовой клапан 14 поступает на первый неподвижный наклонный скат 15. Далее, перемещаясь с одного ската на другой, продукт каждый раз изменяет направление движения, образуя четыре каскада. На всем пути перемещения продукт продувается воздушным потоком, который увлекает и уносит в осадочную камеру 10 легкие примеси (лузгу, пыль, мелкий сор и т. д.). Зерно (или ядро), пройдя все каскады пневмосепарирования, поступает в нижнюю часть корпуса на наклонную плоскость магнитного устройства 17 и, пройдя по ней, выводится из машины, а металломагнитные примеси удерживаются на полюсных накладках. Эти примеси периодически удаляют, очищая рабочую поверхность магнитного устройства. Легкие примеси осаждаются в камере 10 и по мере накопления выводятся из машины.*

В период пуска колонки необходимо отрегулировать подачу продукта с помощью грузового клапана 14, общий расход воздуха на колонку (клапан 13) и по каскадам (клапаны 16), ориентируясь на максимально достигнутую технологическую эффективность. Воздушный режим в процессе эксплуатации необходимо периодически регулировать.

## ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СЕПАРАТОР РЗ-БСД

Пневматический сепаратор РЗ-БСД (рис. 5) предназначен для разгрузки зерна, перемещаемого в нагнетающей сети пневмотранспорта, а также для выделения аспирационных отсосов: тяжелых (щуплых, изъеденных и битых зерен) и легких (оболочек, соломитных частиц, пыли). Он состоит из корпуса 20, приемных 22 и выпускных устройств 13, распределителя 3, внутреннего кожуха 6, пневмосепарирующего канала 17, сигнализатора уровня зерна 14.

Цилиндрический корпус сепаратора 20 представляет собой сварную конструкцию. В его верхней части установлены винты для крепления направляющей воронки 2, а в нижней части расположены стойки 16, соединяющие корпус с выпускным патрубком 13 для очищенного зерна и опорами 8. Корпус надевают на распределительный конус 3 и устанавливают на направляющее кольцо 7. В нем сделаны три окна 4, предназначенные для регулирования направляющей воронки 2 и наблюдения за равномерностью распределения зерна.

Приемный патрубок 1 закреплен сверху на корпусе поворотным фланцем. Внутри патрубка расположен отражатель 21, направляющий поток зерна в воронку.

Распределительный конус 3 представляет собой сварную конструкцию, состоящую из конусной и цилиндрической частей. Здесь происходит равномерное распределение зерна по всей окружности воздушного канала. Конус 3 надевают на внутренний кожух 6 и по всей его окружности приваривают козырек 19, способствующий направлению вниз крупных отсосов.

Кожух 6 образует цилиндр, внутри которого приварен перевернутый усеченный конус. Они образуют осадочную камеру 5, где осаждаются тяжелые отсосы (частицы зерна). Между распределительным конусом 3 и кожухом расположен пневмосепарирующий канал 17. К конусной его части фланцем прикреплен электросигнализатор 14, имеющий следующие узлы: педаль, стержень, клапан, микровыключатель, пружину, две стойки и электрокабель.

Работает сигнализатор следующим образом: накапливаясь, зерно давит на педаль, которая через стержень нажимает на микровыключатель, сблокированный с подачей зерна. Одновременно подается сигнал на пульт управления и отключается подача зерна. После устранения подпора в конусе выпускного устройства пружина возвращает клапан в первоначальное положение, подача зерна автоматически возобновляется.

*Технологический процесс проходит следующим образом. Зерно I вместе с транспортирующим воздухом из нагнетающего продуктопровода поступает*

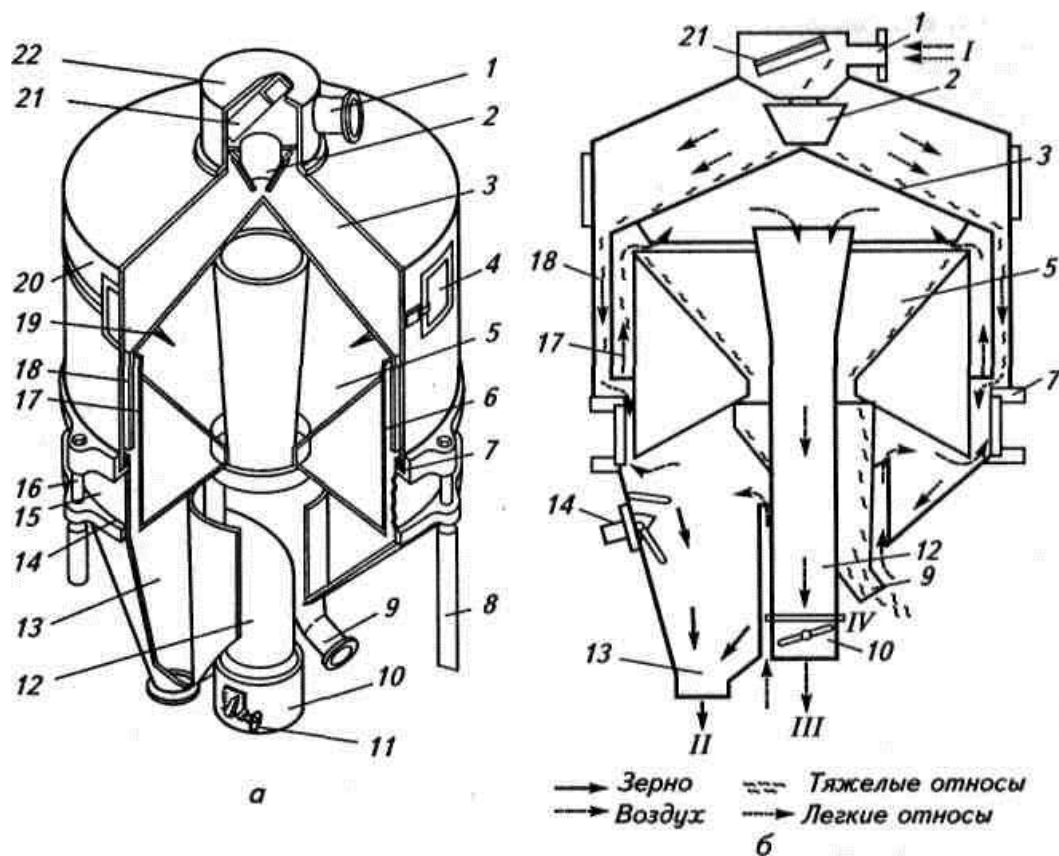


Рисунок 5 – Пневматический сепаратор РЗ-БСД: *а* — конструкция; *б* — технологическая схема; 1— приемный патрубок; 2— направляющая воронка; 3— распределительный конус; 4, 15— смотровые окна; 5— осадочная камера; 6— внутренний кожух; 7— направляющее кольцо; 8— опора; 9— патрубок для тяжелых отноров; 10— дроссельная насадка; 11 — регулятор дроссельной заслонки; 12— отсасывающий патрубок; 13— выпускной патрубок для очищенного зерна; 14— электросигнализатор; 16— стойка; 17— пневмосепарирующий канал; 18— внешний канал; 19— козырек; 20— корпус; 21 — отражатель; 22— приемное устройство; I - зерно с воздухом; II - очищенное зерно; III - воздух с легкими отнорсами; IV— тяжелые отнорсы

через приемный патрубок 1 в сепаратор, ударяется об отражатель 21 и падает в направляющую воронку 2. Из нее оно попадает в конус 3 и, равномерно распределяясь по окружности, сыпается через внешнее кольцевое пространство на направляющее кольцо 7. Далее зерно поступает в кольцевой канал, где пронизывается встречным потоком воздуха. Очищенное зерно II падает вниз, а легкие частицы уносятся в осадочную камеру. Там они дополнительно разделяются на тяжелые IV и легкие III отнорсы. Тяжелые отнорсы выводятся из осадочной камеры через шлюзовый затвор, а легкие уносятся воздушным потоком в аспирационную сеть.

Расход воздуха регулируют дроссельным клапаном, установленным в нижней части отсасывающего воздуховода. Если в нем обнаруживают целые зерна, скорость воздуха уменьшают дроссельным клапаном. Наблюдая в цилиндрическое прозрачное окно, можно заметить неравномерность поступления зерна. В этом случае открывают продольные отверстия для забора воздуха. Дополнительный приток воздуха в верхней части способствует более равномерному распределению зерна.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **Триеры**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Лабораторное оборудование по способам очистки и сортирования: триер.
2. Плакаты.

#### **Цель и задачи работы**

1. Изучить устройство дисковых триеров и цилиндрических триерных блоков.
2. Изучить подготовку к работе рассмотренного оборудования.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе дискового триера А9-УТ20-6.
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе цилиндрического триерного блока ЗАВ-10.90.000

#### **ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ:**

Записать в рабочей тетради

1. Назначение рассматриваемого оборудования.
2. Устройство и процесс работы оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

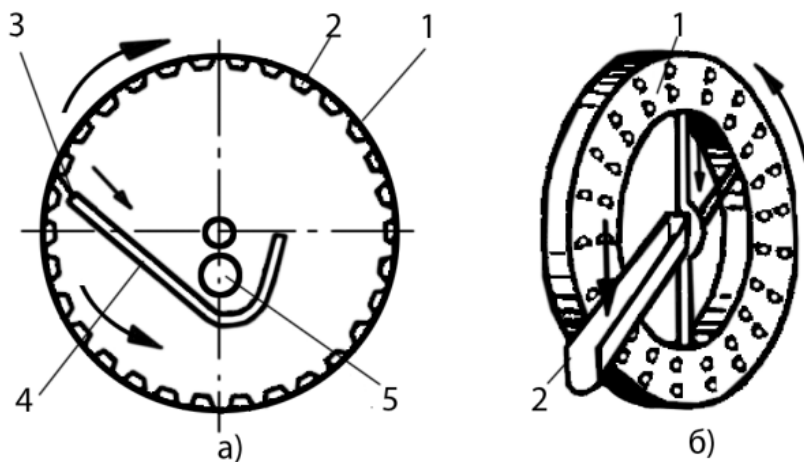
1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

**Триеры** применяют для выделения примесей, отличающихся от зерен основной культуры длиной. К примесям, выделяемым на триерах, относят семена куколя, которые короче зерен пшеницы, или семена овсюга, которые длиннее зерен пшеницы.

Триеры по конструктивному исполнению основных рабочих органов подразделяют на две группы: цилиндрические и дисковые. Наиболее широкое применение на зерноперерабатывающих предприятиях получили дисковые триеры, которые имеют большую производительность при меньших габаритных и отличаются более высокой технологической эффективностью.

Цилиндрические триеры в зависимости от значения окружной скорости разделяют на тихоходные ( $v = 0,3 \dots 0,5$  м/с) и быстроходные ( $v = 1,2 \dots 1,5$  м/с). Тихоходные триеры выпускают с наружным сетчатым цилиндром и без него. Первые применяют для очистки зерна от коротких и длинных примесей и его сортирования по толщине, вторые - для контроля отходов. Быстроходные цилиндрические триеры используют для очистки зерна от коротких и длинных примесей, а также для сортирования семян. Зерно в машину поступает в начале цилиндра, а в некоторых конструкциях - по всей длине. Часто эти триеры снабжают ворошильным механизмом.

**Цилиндрический триер** (рис. 6, а) состоит из стального цилиндра 1 со штампованными ячейками 2 на внутренней поверхности и шнека 5, расположенного в желобе 4. При вращении цилиндра с зерном в ячейки триера попадают из смеси частицы зернового материала, длина которых меньше диаметра ячеек, и поднимаются вверх; падают в желоб, находящийся внутри цилиндра и выводятся наружу шнеком. В цилиндре остаются частицы, длина которых больше диаметра ячеек и которые не укладываются в них по длине, и выходят сходом по цилиндру с другой стороны. Степень разделения зерновой смеси на фракции по длине зависит от уровня, на котором установлена верхняя грань 3 желоба.



**Рис. 6. Принцип действия триера**

Триеры, выделяющие из зернового материала короткие примеси (например, куколь, битое зерно и т.п.), называются кукольными. У них очищенное зерно выходит из цилиндра, а примеси - из желоба.

Триеры, предназначены для отделения длинных зерновых примесей, называют овсюжными. В них зерно выходит из желоба, а примеси - из цилиндра. У выходного конца овсюжного цилиндра устанавливают кольцо - диафрагму, которая способствует образованию слоя зернового материала внутри цилиндра.

В дисковом триере (рис. 6, б) ячейки выполнены на поверхности чугунных дисков. При вращении дисков 1 в ячейки попадают короткие зерна, которые затем выпадают в желобки 2 и выводятся из машины.

Цилиндрические триеры с внутренней ячеистой поверхностью изготавливают одинарного и двойного действия. Триеры одинарного действия имеют по всей длине цилиндра ячейки одного типа и размера и выделяют только короткие или только длинные примеси. Триеры двойного действия на различных участках цилиндра по длине имеют ячейки двух размеров для отделения длинных и коротких примесей.

Дисковые триеры выпускают однороторными. Для сокращения занимаемой производственной площади их комбинируют в двух- и четырехроторные агрегаты, включающие триеры для отбора длинных и коротких примесей. Дисковые триеры для выделения коротких примесей снабжают контрольными дисками.

Основными рабочими органами дисковых триеров являются кольцевидные диски с ячейками на боковых поверхностях. Карманообразные ячейки расположены по концентрическим окружностям. Диски закреплены на горизонтальном валу и вращаются в вертикальной плоскости. Нижняя часть дисков погружена в зерновую смесь. Форма и размеры ячеек, скорость вращения дисков подобраны таким образом, что короткие компоненты обрабатываемой смеси захватываются ячейками, поднимаются вверх и при определенном угле поворота, который зависит от частоты вращения дисков и коэффициентов трения частиц о материал диска, выпадают из ячеек на наклонные лотки и выводятся из машины. Длинные компоненты смеси тоже захватываются ячейками, но занимают в них неустойчивое положение и выпадают из ячеек при меньшем угле поворота дисков. Фракции могут быть порознь выведены для дальнейшей обработки в этой или последующих машинах.

При движении зерновой смеси вдоль машины концентрация короткой фракции в ней снижается. В куколеотборниках ячейки дисков поднимают и отбирают куколь и дробленое зерно, а в овсюгоотборниках роль коротких компонентов выполняет основная культура — зерно.

Эффективность работы триера зависит от частоты вращения дисков, положения лотков и заслонок, от формы и размеров ячеек, коэффициента трения зерновой смеси о поверхность дисков, концентрации, состава примесей и других факторов. Все эти факторы не поддаются оперативному управлению. При эксплуатации триеров необходимо обеспечивать стабильную подачу зерна, добиваясь равномерного его распределения и необходимого уровня в загрузочном устройстве. Регулируют подачу и время обработки зерна при помощи заслонок загрузочного и других устройств.

Надежная и эффективная работа триеров возможна при очищенных ячейках, влажности зерна не выше 18 % и отсутствии в исходном зерне твердых и грубых примесей. Поэтому исходная зерновая смесь должна предварительно пройти соответствующую очистку, а при необходимости и сушку.

Отличительная особенность процесса сепарирования в триерах - его высокая эффективность и сравнительно небольшая удельная производительность. Например, в дисковых триерах устойчивая эффективность выделения коротких фракций достигает 95 %, а в цилиндрических - 85...90 %.

В дисковом триере ячейки расположены на литых дисках. Наиболее распространены две формы ячеек: с плоским дном - для овальных зерен и с полукруглым дном - для шаровидных зерен. Рабочий размер ячейки - длина  $l$ . Предусмотрено три типоразмера дисков по диаметру: 380; 460 и 630 мм. Наружный диаметр дисков триеров 630 мм, внутренний - 380 мм, шаг дисков на валу - 64,5 мм.

Количество дисков определяет производительность триера. Ячейки на дисках располагают по концентрическим окружностям.

Форма триерных ячеек определяется способом изготовления, и по этому признаку они могут быть штампованные, фрезерованные и литые.

Наибольшее распространение получили стальные цилиндры со штампованными ячейками, как наиболее прочные и дешевые в изготовлении. Форма и размеры штампованных ячеек берутся согласно государственному стандарту на триерные цилиндры. Штампованные ячейки в плане круглые, а в разрезе по окружности цилиндра - ковшеобразные.

Эффективность работы ячеистых поверхностей зависит от количества ячеек на единице площади и порядка их расположения. Наиболее рациональное расположение - шахматное, когда каждая ячейка размещена в центры смежных ячеек.

Для приема и отвода зерна и примесей, выбранных ячейками, служат желоб и шнек. Относительно оси триера шнеки располагают концентрично и эксцентрично.

Шнеки триеров однозаходные. Угловая частота вращения шнека равна угловой частоте вращения триерного цилиндра.

Профиль желоба должен быть таким, чтобы зерна, выпадающие из ячеек, в процесс падения не перелетали через нерабочий край желоба.

### ДИСКОВЫЙ ТРИЕР А9-УТ2К-6

Триер А9-УТ2К-6 предназначен для очистки зерна от коротких примесей (куколя, битых зерен и семян сорных растений) в зерноочистительном отделении мукомольных заводов. Он состоит (рис. 7) из корпуса 1, приемно-распределительного устройства 4, дискового ротора (образован ячеистыми дисками 12), ковшового колеса 3, лотков 11 и 14, шнека 10, сборников 6 и 9, привода.

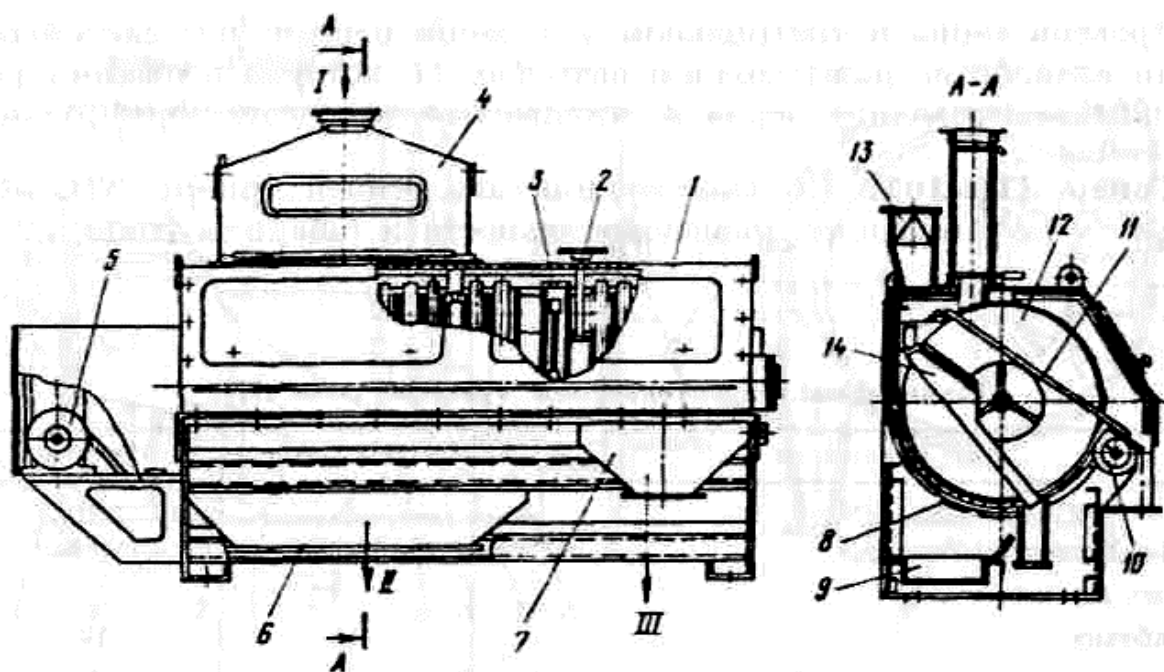


Рис. 7. Дисковый триер А9-УТ2К-6: 1 — корпус; 2 — штурвал регулируемой заслонки; 3 — ковшовое колесо; 4 — приемно-аспределительное устройство; 5 — электропривод; 6, 9 — сборники; 7 — бункер; 8 — люк; 10 — шнек; 11, 14 — лотки; 12 — диск; 13 — аспирационный диффузор; I — неочищенное зерно; II — очищенное зерно; III — короткие примеси

В корпусе триера на горизонтальном валу установлены 22 кольцеобразных ячеистых диска 12, образующих дисковый ротор. Триер разделен на три последовательно работающих отделения: рабочее, накопительное и контрольное. В рабочем отделении установлено 15 дисков, в накопительном — ковшовое колесо 3, а в контрольном — 7 дисков, снабженных гонками для транспортирования зерна к накопительному отделению. Параллельно валу с дисками в нижней части корпуса смонтирован шнек 10 для перемещения примесей, отобранных дисками рабочего отделения, в контрольное. Электропривод 5 вала с дисками и ковшовым колесом осуществляется от электродвигателя через клиноременную



передачу, червячный редуктор и муфту. Привод шнека 10 — от центрального вала через цепную передачу.

Технологический процесс в триере (рис. 8) осуществляется следующим образом.

Зерновая смесь из приемно-распределительного устройства тремя равными потоками поступает в рабочее отделение. Короткие примеси, и отдельные зерновки попадают в ячейки, поднимаются дисками и, выпадая из ячеек, лотками 11 (см. рис. 7) направляются в шнек 10. Основная масса зерна захватывается вращающимися дисками и попадает на нижние лотки 14, которые выводят очищенное зерно из машины через сборник 6.

Смесь зерна с короткими примесями шнеком подается в контрольное отделение, где происходит окончательное разделение зерна и коротких примесей. Последние собираются в бункере 7 и выводятся из триера. Зерно по мере накопления в контрольном отделении через регулируемое отверстие с заслонкой направляется в накопительное отделение. Там оно подхватывается ковшовым колесом 3 и через лоток снова направляется в рабочее отделение для дополнительной очистки.

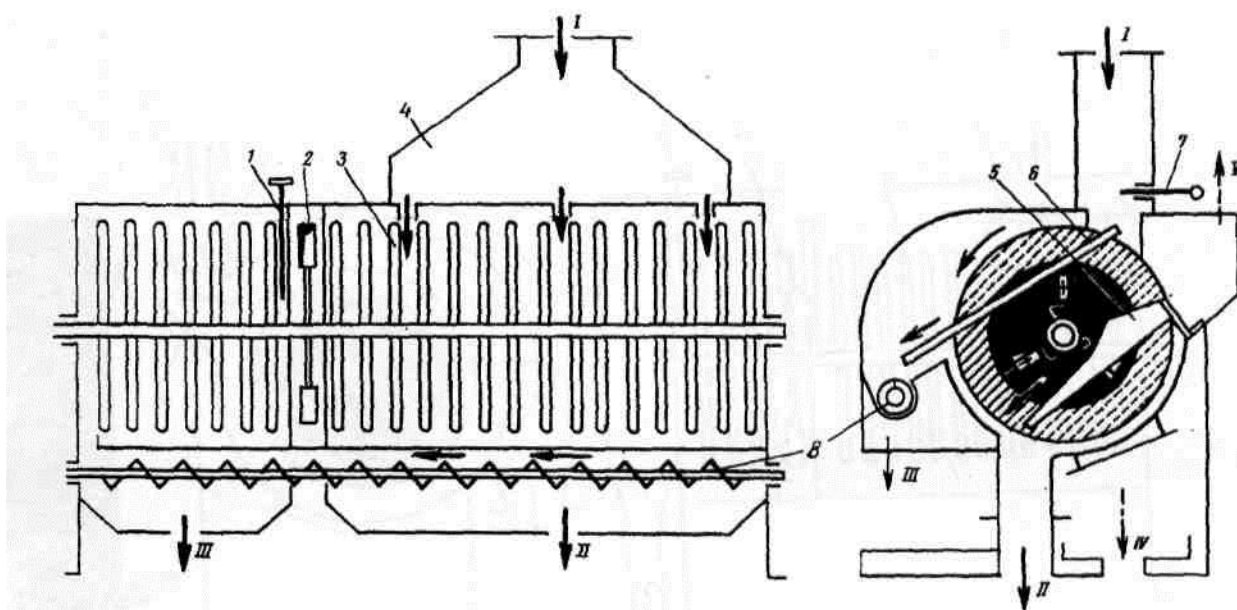


Рис. 8. Технологическая схема дискового триера (кукулеотборочной машины) А9-УТ2К-6: 1,7 – заслонки; 2 – ковшовое колесо; 3 – диски; 4 – приемное устройство; 5,6 – лотки; 8 – винтовой конвейер; I – неочищенное (исходное) зерно; II – очищенное зерно; III – короткие примеси; IV – минеральные примеси; V – воздух с легкими примесями..

Уровень зерна в контрольном отделении регулируют положением заслонки, что существенно влияет на эффективность работы триера. Минеральные примеси удаляются через люки 8. Чтобы отключить триер при подпоре его зерном,

на отводящих коммуникациях устанавливают мембранный сигнализатор уровня. Его поставляют в комплекте с триером.

Техническое обслуживание заключается в ежедневном и периодическом осмотре узлов, их регулировании, смазке и устранении недостатков. Необходимо постоянно проверять натяжение клиноременной передачи привода ротора, цепной передачи привода винтового конвейера, состояние ячеистой поверхности, не допускать ее забивания.

### ТРИЕРНЫЙ БЛОК ЗАВ-10.90.000

Триерный блок ЗАВ-10.90.000 предназначен для выделения из зерновой смеси длинных (овсюг, соломка) и коротких (куколь, гречишка, дробленые зерна и т. п.) примесей.

Основными рабочими органами машины (рис. 9) являются четыре триерных цилиндра 3, передний 2 и задний 6 распределители, верхний 4 и нижний 5 контрприводы, электропривод.

Рама триера сварная из уголковой стали, на ней смонтированы все рабочие органы машины.

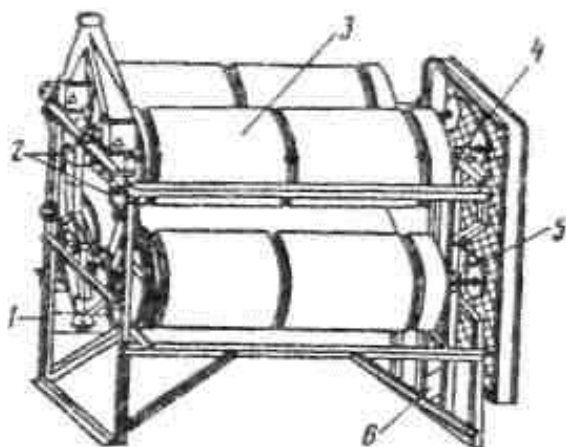


Рис. 9. Триерный блок ЗАВ-10.90.000: 1 - рама; 2 - передние распределители; 3 - триерный цилиндр; 4 - верхний контрпривод; 5 - нижний контрпривод; 6 - задний распределитель.

Триерный цилиндр (рис. 10) состоит из обечайки 15 с внутренней ячеистой поверхностью. Один конец обечайки соединен винтами с передней розеткой 11, которая опирается на ролики, другой соединяется винтами с задней розеткой 16. Внутри обечайки на тот же вал через подшипники скольжения опирается желоб шнека 14. Вал триера по всей длине желоба имеет навивку.

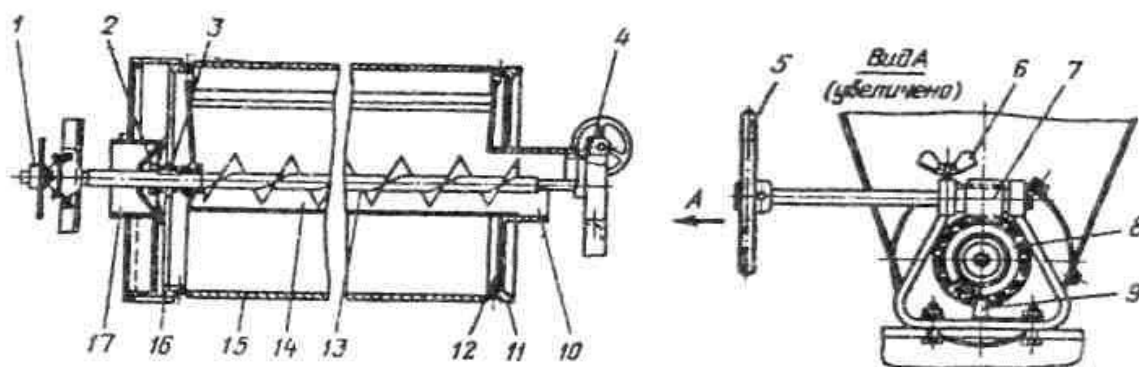


Рис. 10. Триерный цилиндр: 1- звездочка; 2 - хомут; 3 - шпонка; 4 - кронштейн; 5 - маховик; 6 - барашек; 7— червяк; 8 - червячное колесо; 9 - стрелка указателя; 10 - горловина шнека; 11 - передняя розетка; 12 - тарельчатый круг; 13 - шнек; 14 - желоб шнека; 15 - обечайка цилиндра; 16 - задняя розетка; 17 - боковина с патрубком.

Поворот желоба шнека при регулировании осуществляют с помощью червячной пары (червяк 7 и червячное колесо 8) поворотом маховика 5. Положение рабочей кромки желоба шнека определяется стрелкой 9 и фиксируется барашком 6.

В триерном блоке находятся четыре триерных цилиндра: два верхних — для отделения длинных примесей и два нижних — для отделения коротких. В передней части установлены тарельчатые круги 12. К задней розетке 16 крепят боковину с патрубком для подъема и вывода сходового продукта (не попавшего в ячейки) из цилиндра в задний распределитель 6 (см. рис.3 Поворот желоба шнека при регулировании осуществляют с помощью червячной пары (червяк 7 и червячное колесо 8) поворотом маховика 5. Положение рабочей кромки желоба шнека определяется стрелкой 9 и фиксируется барашком 6.

В триерном блоке находятся четыре триерных цилиндра: два верхних — для отделения длинных примесей и два нижних — для отделения коротких. В передней части установлены тарельчатые круги 12. К задней розетке 16 крепят боковину с патрубком для подъема и вывода сходового продукта (не попавшего в ячейки) из цилиндра в задний распределитель 6 (см. рис. 8).

В триерных цилиндрах для отделения длинных примесей к задним розеткам крепят подпорные кольца. Желоб шнека (см. рис. 10) заканчивается горловиной 10, через которую удаляется продукт, захваченный ячейками и далее поступающий в передний распределитель 2 (см. рис. 9). Все триерные цилиндры установлены на раме под углом  $2^\circ$ .

Передний распределитель предназначен для приемки зерна и распределения его на равные части между триерными цилиндрами. Кроме того, он служит зернопроводом для пропуска зерна при неработающем триерном блоке. Рас-

пределитель состоит из делителя, тройников и патрубка, который имеет окно с заслонкой для взятия проб. К каждому делителю присоединен патрубок, по которому продукт поступает в соответствующие каналы: в верхней части — в триерные цилиндры, в нижней — в общий патрубок для вывода из машины.

Задний распределитель служит для приемки фракций из триерных цилиндров и вывода их в соответствующие каналы стояка. Распределитель, которым заканчивается стояк, устанавливают в зависимости от выбранной схемы работы триерного блока и крепят к фланцу стояка болтами. Распределитель разделен на два канала для соответствующей настройки работы блока по технологической схеме.

Рабочие органы машины приводятся в движение от электродвигателя через клиноременную и цепную передачи.

Изменение частоты вращения триерных цилиндров осуществляют ступенчатым шкивом.

Конструкция триерного блока позволяет проводить его настройку по двум схемам: параллельной и последовательной. Заводская сборка машины предусматривает только последовательную работу верхних и нижних цилиндров (рис. 11).

*При параллельной работе во всех четырех цилиндрах выделяют из зерновой смеси длинные или короткие примеси. При этом все триерные цилиндры должны иметь одинаковый размер ячеек. При последовательной работе верхняя пара цилиндров выделяет длинные примеси, нижняя — короткие. Поднятые зерна основной культуры попадают в желоб шнека. Длинные примеси идут сходом.*

Для обеспечения нормальной работы триерных цилиндров необходимо, чтобы во время работы в цилиндре всегда был слой зерна на всем его протяжении. Поэтому в триерных цилиндрах для отделения длинных примесей устанавливают подпорные кольца. При избыточной подаче зерновой смеси в триерный цилиндр зерно частично уходит с отходами.

Установка рабочей кромки желоба влияет на полноту разделения зерновой смеси, поэтому рабочую кромку желоба надо устанавливать ближе к зоне выпадения основного зерна (овсюгоотборочная машина) или коротких примесей (куколеотборочная машина).

Для того чтобы проверить качество работы триерных цилиндров, необходимо посмотреть все выходы продуктов из цилиндров (на переднем распределителе сделаны специальные отверстия для отбора проб, закрываемые заслонками). На заднем распределителе каждый патрубок закрыт крышкой, при открытии которой берут пробу специальным отборником, прилагаемым к машине.

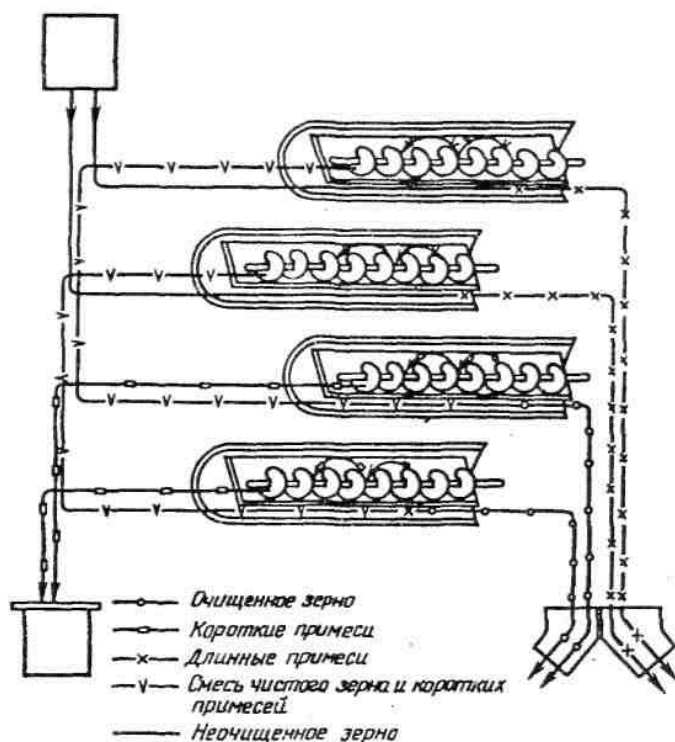


Рис. 11. Схема технологического процесса триерного блока ЗАВ-10.90.000 при последовательной работе верхних и нижних цилиндров.

При получении удовлетворительных результатов разделения зерновой смеси определяют положение рабочей кромки лотка по указательной стрелке. То же делают и на другом триерном цилиндре, выполняющем ту же функцию.

Оптимальную загрузку триерных цилиндров определяют по выходу длинных примесей. Триерный цилиндр для отделения длинных примесей загружают до такого момента, пока вместе с длинными примесями пойдет основное зерно. Затем нагрузку уменьшают до тех пор, пока зерна в отходах не будет. На этом режиме (близком к оптимальному) триеры пускают в эксплуатацию, периодически проверяя наличие полноценного зерна в отходах. Увеличение его свидетельствует о необходимости регулирования блока.

Для последовательной работы триерного блока и отделения длинных и коротких примесей необходимо установить верхние цилиндры с ячейками диаметром 8,5 или 9,5 мм для очистки пшеницы и диаметром 11,2 для риса, а нижние — диаметром 5,0 для очистки пшеницы и диаметром 6,3 мм для риса. Клапаны верхних делителей поворачивают в крайнее правое положение, если смотреть на рычаг клапана, а клапаны нижних делителей — в крайнее левое положение, если смотреть на рычаг клапана. При этом продукт движется так, как показано на рисунке 5.

В процессе эксплуатации триерных блоков встречается ряд характерных недостатков и неисправностей. Недостаточная эффективность очистки, как правило, обуславливается неправильным регулированием положения желоба шнека, а иногда неправильной установкой триерной обечайки (по направлению ячеек). Подсор зерна устраняют, уплотняя фланцевые соединения или ставя дополнительные уплотнительные полосы по периметру боковины. При выходе значительного количества зерна с длинными примесями (в цилиндрах для овсюга) необходимо проверить наличие подпорных колец, а при смешивании фракций — правильность положения заслонок.

Заклинивание цилиндра может произойти в результате попадания постороннего предмета между винтом шнека и желобом, а также при нарушении работоспособности подшипниковых узлов, которые также являются причиной заклинивания поддерживающих роликов. Иногда триерный цилиндр задевает за кромки шнекового желоба. Для устранения этой неисправности необходимо сдвинуть два поддерживающих ролика к центру триерного цилиндра.

При резких ударах цепной передачи необходимо обратить внимание на крепление подшипниковых узлов, натяжение цепи и установку нижнего контрпривода (при необходимости его надо передвинуть и закрепить). Иногда заслонка в распределителе заедает и не перекрывает отверстие. Это происходит из-за деформации либо засорения; устраняется очисткой и правкой поверхностей деталей.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

### **Обоечные, увлажнительные, моечные машины и энтолейторы**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

##### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе обоечных машин и энтолейторов, машин для увлажнения и мойки зерна.

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе обоечной машины РЗ-БГО-6.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе энтолейтора РЗ-БЭЗ.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы и подготовку к работе моечной машины А1- БМШ.
4. Изучить назначение, устройство и процесс работы и подготовку к работе увлажнительной машины А1- БШУ-1 .

##### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

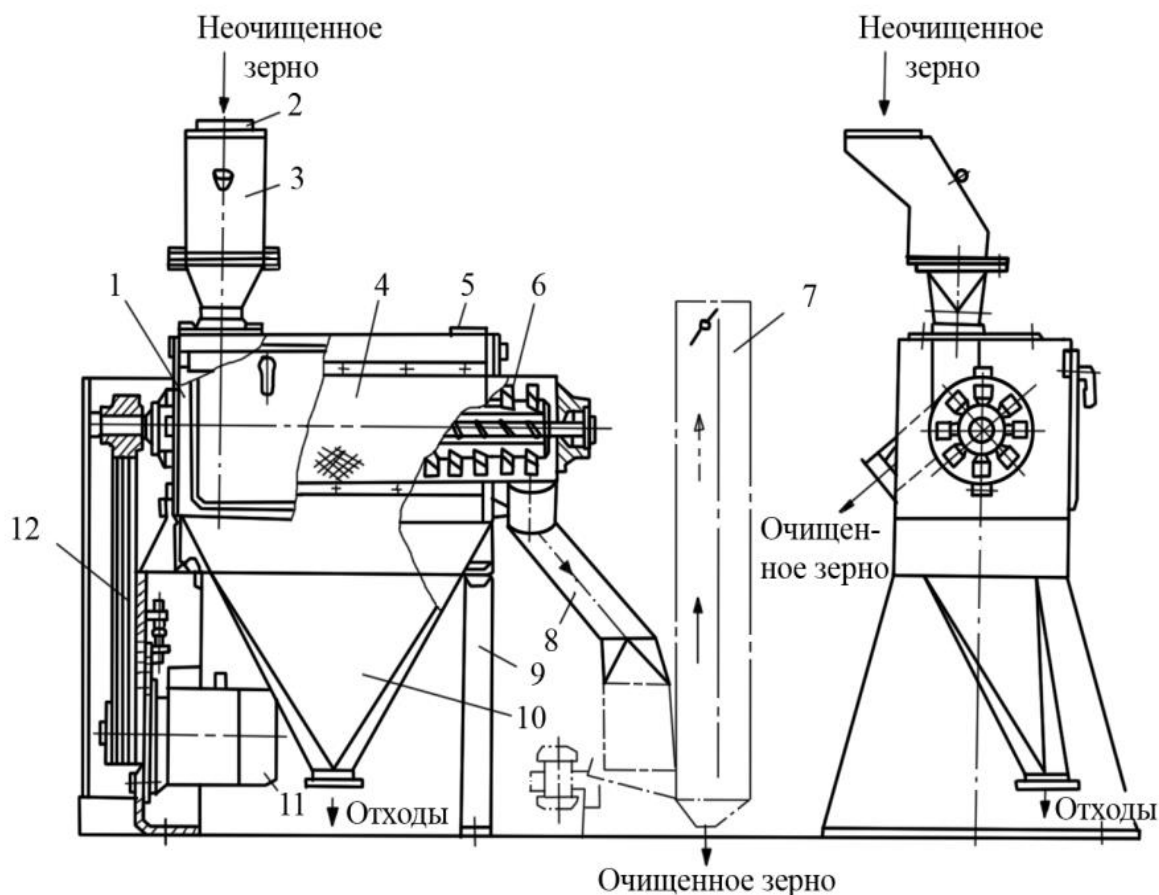
##### **Литература:**

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Оборудование для производства муки и крупы: Справочник / сост. Демский А.Б. , Борискин М.А., Веденьев В.Ф., Тамаров Е.В., Чернолихов А.С. – СПб. Изд-во «Профессия», 2000. – 624с., ил.

## ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ОБОЕЧНЫЕ МАШИНЫ ТИПА РЗ-БГО

Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-6 (рис. 12) состоит из приемного устройства, корпуса 1, бичевого ротора, сеччатого цилиндра, привода, выпускных устройств и станины.

Приемное устройство представляет собой сварную конструкцию, оно состоит из патрубков 2, подающего зерно в магнитный аппарат 3. Последний снабжен грузовым клапаном. Приемное устройство установлено со стороны привода машины. Блок магнитов расположен в лотке, который можно легко снять и удалить металломагнитные примеси.



обоечная машина РЗ-БГО-6: 1 — корпус; 2 — приемный патрубок; 3 — магнитный аппарат; 4 — сеччатый цилиндр; 5 — фланец для аспирационного воздуховода; 6 — бичевой ротор; 7 — псевмосепаратор; 8 — выпускной патрубок; 9 — стойка; 10 — выпускной бункер; 11 — электродвигатель; 12 — клиноременная передача.

Корпус 1 сварен из листового материала и установлен на станине. С одной его стороны сделана плотно прилегающая дверка с запорными ручками. В корпусе предусмотрены отверстия для приемного устройства, аспирационного патрубка и выпуска прохода. Бичевой ротор 6 — основной рабочий орган машины. Он состоит из пустотелого вала, с торцов которого приварены полуоси, установленные в шарикоподшипниках. На консольной части полуоси расположен приводной шкив.

На пустотелом валу по образующей закреплены винтами восемь бичей, представляющих собой продольные стальные пластины. К каждому бичу прива-

Р  
и  
с  
·  
1  
·  
Г  
о  
р  
и  
з  
о  
н  
т  
а  
л  
ь  
н  
а  
я  
о  
б  
о



рены короткие гонки, причем на четырех бичах гонки установлены под углом  $80^\circ$ , а на остальных — под углом  $60^\circ$  к оси ротора. Гонки каждого бича имеют разную высоту: пять крайних гонков с обоих его концов короче средних. В результате этого зерно в различных зонах имеет неравномерную скорость. Относительное движение потоков увеличивает интенсивность трения и соответственно повышает эффективность очистки зерна.

Сетчатый цилиндр 4 состоит из двух половин, соединенных в вертикальной плоскости. Сетка, выполненная из проволоки граненого профиля специального плетения, прикреплена к деревянной раме винтами с увеличенной головкой. Сетчатый цилиндр зажимают на цилиндрических патрубках питателя и выпускного устройства.

Привод машины — от электродвигателя 11 через клиноременную передачу 12. Клиновые ремни натягивают винтовым устройством. Фланец электродвигателя закреплен на вертикальной опоре машины болтами. Между фланцем и опорой установлена плита, жестко связанная с фланцем и имеющая вертикальные прорезы для перемещения электродвигателя при натяжении клиновых ремней.

Выпускные устройства предназначены для вывода частиц, отделенных от зерна, проходом через сито и очищенного зерна — сходом с него. Для вывода частиц II, отделенных от зерна, под сетчатым цилиндром установлен выпускной бункер 10, прикрепленный к корпусу машины. Очищенное зерно III выводится через выпускной патрубок 8 (типа улитки), установленный в торце сетчатого цилиндра со стороны, противоположной приему. Выпускной патрубок повернут так, что зерно из машины поступает на вибропитатель вертикального пневмосепаратора 7.

Станина представляет собой две опоры, на которых установлена машина. Со стороны привода расположена сплошная опора, а с противоположной — две стойки 9. Они соединены вверху поперечиной. В нижней части опор сделаны отверстия для крепления машины к полу.

*Технологический процесс обработки зерна в горизонтальных обоечных машинах происходит следующим образом (см. рис. 12).*

*Исходное зерно поступает через приемный патрубок и равномерно распределяется в зазоре между сетчатым цилиндром и бичевым ротором, затем подхватывается бичами и подвергается интенсивному трению о бичи и внутреннюю поверхность сетки цилиндра, а также межзерновому трению.*

Отличительная особенность машин такого типа заключается в том, что полый вал бичевого ротора занимает до  $1/4$  рабочего объема сетчатого цилиндра. В результате в кольцевом зазоре, заполненном зерном, под действием планок бичей, имеющих различный угол наклона и высоту, возникает сложная разноскоростная циркуляция зерна. Высокую эффективность обработки поверхности зерна обеспечивают также высокоскоростным режимом работы бичевого ротора.

Для обеспечения правильного режима обработки зерна в обоечной машине необходимо проводить регулировочные работы, которые включают в себя установление бичей с уклоном  $10-15^\circ$ , установление магнитов перед обоечной

машиной, во избежание образования искры, от случайного попадания в машину крупных металлических предметов. В процессе работы обязательно проверяется качество зерна и отходов, выходящих из машины. В случае увеличения сечки заменяют бичи, вследствие износа их кромки.

При попадании годных зерен в отходы регулируют скорость воздуха. Следует постоянно следить за наличием смазки в подшипниковых опорах бичевого вала, не допуская их перегрева. Периодически, через каждые 320 часов работы, но не реже одного раза в 6 месяцев необходимо заменять смазку в подшипниках.

Перед началом работы следует запустить машину на холостой ход и убедиться в отсутствии шумовых вибраций. Во избежание завалов следует очистить машину перед подготовкой к работе от остаточного зерна.

**Обочная машина РЗ-БГО-8** аналогична обочной машине РЗ-БГО-6 по устройству основных рабочих органов, но отличается компоновкой, расположением приемных и выпускных устройств, размерами и производительностью.

Технологический процесс обработки зерна в горизонтальных обочных машинах происходит следующим образом. Исходное зерно поступает через приемный патрубок и равномерно распределяется в зазоре между сетчатым цилиндром и бичевым ротором, затем подхватывается бичами и подвергается интенсивному трению о бичи и внутреннюю поверхность сетки цилиндра, а также межзерновому трению.

Отличительная особенность машин такого типа заключается в том, что полый вал бичевого ротора занимает до 1/4 рабочего объема сетчатого цилиндра. В результате в кольцевом зазоре, заполненном зерном, под действием планок бичей, имеющих различный угол наклона и высоту, возникает сложная разносторонняя циркуляция зерна. Высокую эффективность обработки поверхности зерна обеспечивают также высокоскоростным режимом работы бичевого ротора.

Техническая характеристика горизонтальных обочных машин приведена в табл. 1

Таблица 1 – Техническая характеристика обочных машин

Показатель	РЗ-БМО-6	РЗ-БМО-12	РЗ-БГО-6	РЗ-БГО-8
Производительность, т/ч	6	12	6...9	8...12
Размеры ситового цилиндра, мм:				
диаметр	650	650	300	300
высота	1080	1380	635	1500
Частота вращения ротора, мин <sup>-1</sup>	480	480	1130	1130
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	6	6	6	6
Мощность электродвигателя, кВт	11	15	5,5	15

**Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-6** (рис. 13) состоит из следующих основных узлов: приемного устройства, корпуса, сетчатого цилиндра, бичевого ротора, привода, выпускного устройства.

Приемный патрубок *1* состоит из прозрачного цилиндрического стакана, нижняя часть которого установлена на крышке корпуса, а к верхней прикреплен гибкий рукав. Он соединяет стакан с самотечной трубкой, подающей зерно. Загрузочная воронка имеет два конуса *2* и *3*, концентрично установленных один над другим, что предотвращает излишнее накопление зерна.

Питающий цилиндр *4* приварен к нижнему конусу *3* воронки. К его нижней части примыкает распределительный диск *5*, подвешенный к конусу

на трех пружинах *12*. Натяжение пружин отрегулировано так, чтобы при отсутствии зерна обеспечивалось прижатие диска к цилиндру.

Цилиндрический корпус *8* - это сварная неразборная конструкция из листового металла. В нижней части корпуса предусмотрено четыре отверстия для крепления его к перекрытию. Почти по всей высоте корпуса с противоположных сторон расположены съемные двери с запорными ручками.

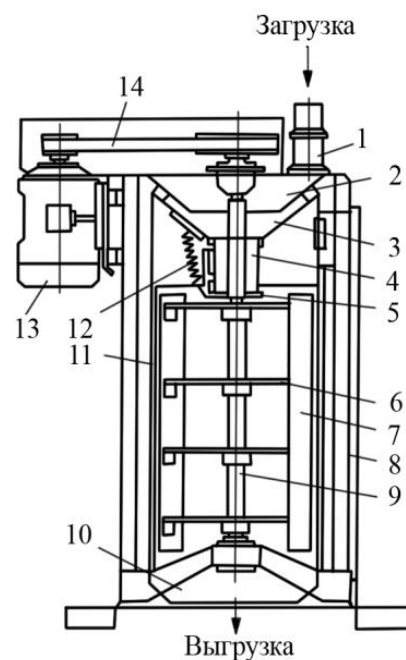


Рис. 13. Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-6

## ЭНТОЛЕЙТОРЫ

Энтолейторы — это машины ударного действия. На мукомольных заводах, оборудованных комплектным высокопроизводительным оборудованием, их используют для различных технологических операций обеззараживания (стерилизации) зерна и муки, а также для дополнительного измельчения зерновых продуктов после вальцовых станков.

**Энтолейтор РЗ-БЭМ** предназначен для уничтожения вредителей муки при подаче ее с мукомольного завода в склад бестарного хранения.

**Энтолейтор РЗ-БЭР** предназначен для дополнительного измельчения крупок и дунстов после вальцовых станков с шероховатыми вальцами 1—3-й размольных систем. В размольном отделении устанавливают десять энтолейторов.

**Энтолейтор РЗ-БЭЗ** предназначен для обеззараживания (стерилизации) зерна. Основные узлы энтолейтора (рис. 14): ротор, корпус и привод.

Ротор состоит из двух стальных горизонтально расположенных дисков *3* диаметром 430 мм. Расстояние между дисками 35 мм. В роторе концентрично установлены два ряда втулок *4* (по 40 шт. в каждом ряду). Диаметр втулок наружного ряда 14 мм, а внутреннего — 10 мм. Диски соединены между собой

винтами через отверстия во втулках. Во избежание отвинчивания каждый винт закреплен в двух местах. Зазор между ротором и корпусом составляет 40 мм.

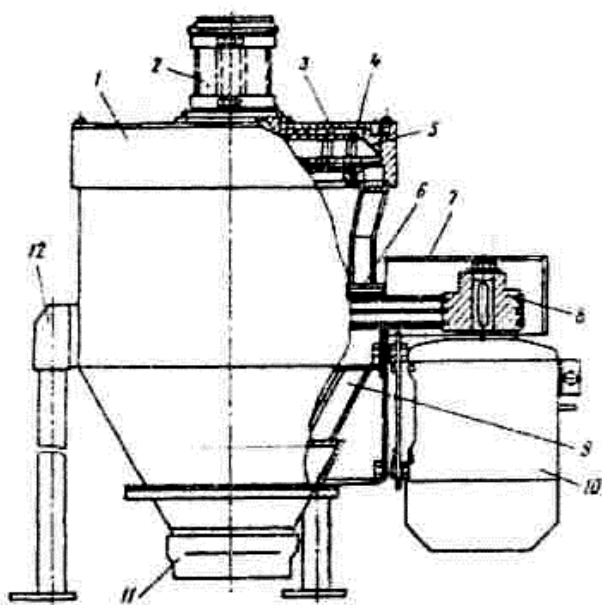


Рис. 14. Энтолейтор РЗ-БЭЗ:1 - корпус; 2— приемный патрубок; 3 — диск; 4 — втулка; 5 — отражательное кольцо; 6,7 — кожухи; 8 — шкив; 9 — полость; 10 — электродвигатель; 11 — выпускной патрубок; 12- стойка.

Ротор при помощи муфты и крышки установлен на валу, который вращается в подшипниках качения. Вращение ротору передается электродвигателем 10 через клиноременную передачу. В зависимости от места установки энтолейтора в технологической схеме и качества зерна можно изменить окружную скорость ротора в пределах 15-20% от номинальной, заменив клиноременный шкив 8.

Корпус 1 сварной конструкции из нержавеющей стали состоит из внутренней и наружной цилиндрических обечаек. В нижней части они сведены на конус. Полости 9 в корпусе между внутренней и внешней обечайками служат для прохода зерна. Зерно выводится через выпускной патрубок 11.

Чтобы повысить эффективность стерилизации и предотвратить повторный удар зерна о детали ротора, внутренняя поверхность отражательного кольца 5 выполнена под углом к вертикальной оси в направлении разгрузки зерна. В машине предусмотрены шумопоглощающие кожухи 6 и 7.

*Технологический процесс работы машины приведен на рис.4.*

*Зерно поступает в энтолейтор через приемный патрубок 2 и подвергается ударному воздействию вращающегося ротора. В результате уничтожаются живые вредители хлебных запасов. Кроме того, разрушаются изъеденные и поврежденные зерна, а личинки погибают, что снижает скрытую форму зараженности зерна. Разрушенные зерна и легкие примеси удаляют при последующем пневмосепарировании в сепараторе РЗ-БАБ.*

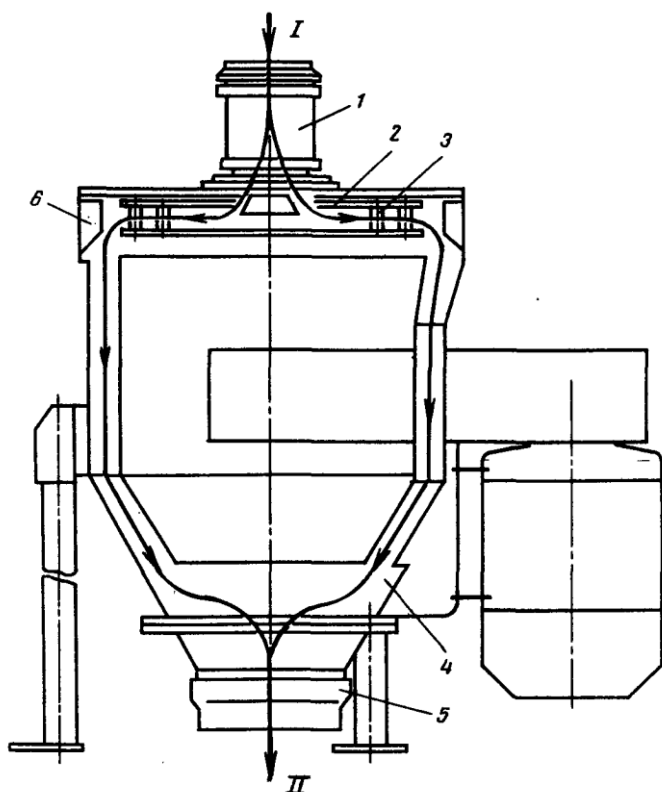


Рис. 15. Технологическая схема энтолейтора РЗ-БЭЗ: 1 – приемный патрубок; 2 – диск; 3 – втулка; 4 – полость; 5 – выпускной патрубок; 6 – отражательное кольцо; ; I – исходное зерно; ; II – очищенное зерно.

Энтолейтор устанавливают на трех трубчатых стойках 12.

Эффективность уничтожения живых долгоносиков в энтолейтере РЗ-БЭБ составляет 95,4%, обеззараживание зерна – 68,9, разрушения изъеденных зерен – 73,3%. Увеличение содержания битых полноценных зерен при этом не превышает 1%.

## МАШИНЫ ДЛЯ УВЛАЖНЕНИЯ И МОЙКИ ЗЕРНА

Увлажнение и мойка зерна — это процессы подготовки зерна к помолу. При увлажнении в зерне происходят физико-биологические изменения, в результате которых облегчается отделение оболочек от зерна при незначительных потерях эндосперма; при мойке очищается поверхность зерна, выделяются тяжелые и легкие примеси, щуплые зерна, удаляются микроорганизмы.

### МАШИНА А1-БМШ

Машина А1-БМШ предназначена для мойки, отжима и шелушения зерна.

Машина А1-БМШ представляет собой разборную металлическую конструкцию и состоит (рис. 16) из корпуса 9, траверсы 6, стоек 11, крышки 19, ротора 15, привода 16 и 17, ситового цилиндра 14, кожуха 7, смывающего устройства, приемных 10 и выпускных устройств 3.

Корпус 9 и траверса 6, выполненные из чугуна и скрепленные между собой тремя пустотелыми металлическими стойками 11, образуют станину машины. К траверсе болтами прикреплена крышка 19, которая вместе с траверсой образует кольцевой канал. Через него продукт выгружается из машины.

Один из основных рабочих органов машины — ротор 15, состоящий из вала и пяти розеток. К ним болтами прикреплены десять бичей, скрепленных внизу стальным кольцом. На каждом биче находится 15 гонков, каждый из которых расположен по углом  $40^\circ$  к горизонтали. Гонки четырех нижних рядов выполнены из нержавеющей стали, остальные — из стали Ст. 45. Вверху на пяти бичах расположены чугунные гонки, которые отбрасывают зерно в выпускной патрубке. На нижних гонках прикреплены регулируемые пластины, а на двух нижних розетках — по пять дополнительных гонков, которые отбрасывают зерно из центра машины в рабочую зону.

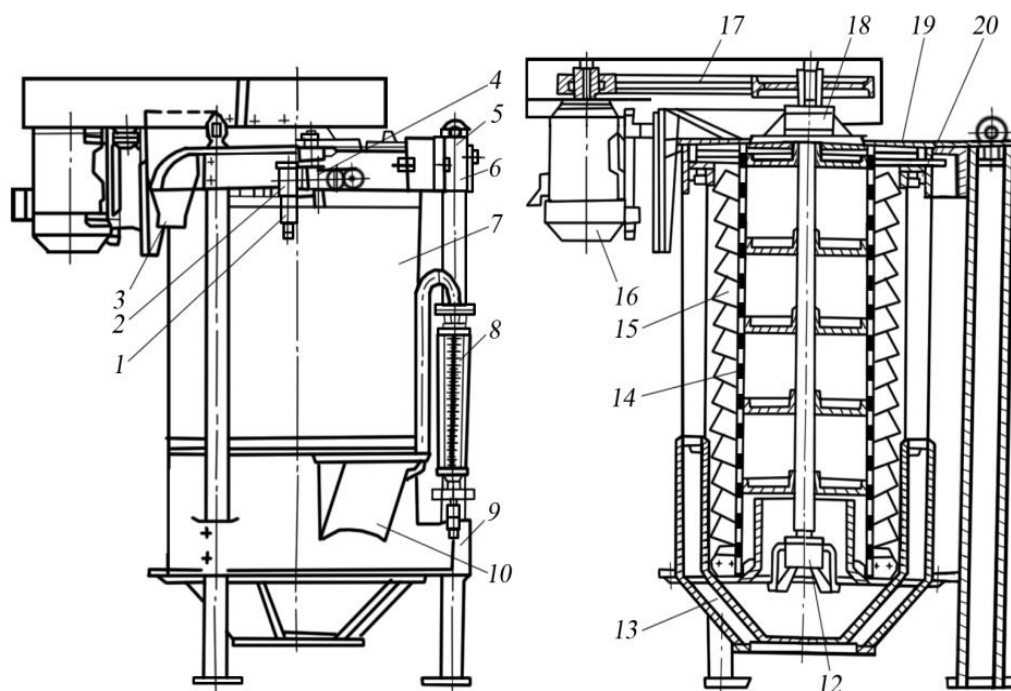


Рис. 16. Машина А1-БМШ для мокрого шелушения зерна: 1 — запорный вентиль; 2 — фильтр; 3 — выпускной патрубке; 4 — мембранный вентиль; 5 — командный прибор; 6 — траверса; 7 — кожух; 8 — ротаметр; 9 — корпус; 10 — приемный патрубке; 11 — стойка; 12, 18 — нижний и верхний подшипниковые узлы; 13 — конус; 14 — ситовой цилиндр; 15 — ротор; 16 — электродвигатель; 17 — клиноременная передача; 19 — крышка; 20 — трубчатое кольцо.

Нижняя часть ротора на высоте 300 мм расположена в кольцевом канале (между стенками внутреннего и среднего цилиндров корпуса машины), образующем моющую зону. Вал ротора вращается в верхнем 18 и нижнем 12 подшипниковых узлах. Корпуса последних прикреплены к верхней крышке и основанию корпуса. После сборки ротор балансируют, допускаемый дисбаланс 10 г-м.

Ротор приводится в движение электродвигателем 16 с помощью клиноременной передачи 17. Электродвигатель установлен на сварной плите, шарнирно закрепленной на кронштейне крышки. Натяжение ремней обеспечивают натяжными винтами и поворотом плиты.

Ситовой цилиндр 14 состоит из двух половин, соединенных болтами через две регулировочные планки. Его устанавливают так, чтобы выходная часть чешуйчатых отверстий размером 1,1x10 мм была обращена по направлению вращения ротора. Снаружи зона расположения ситового цилиндра закрыта кожухом. В свободное пространство попадают оболочки зерна и отработанная вода, которые затем удаляются из машины.

С поверхности ситового цилиндра 14 и кожуха проходные частицы удаляются смывающим устройством. Оно состоит из трубчатого пластмассового кольца 20 с двумя рядами отверстий, мембранного вентиля 4 с электромагнитным приводом, фильтра 2 и запорного вентиля 1. Периодичность и продолжительность включения воды для смыва устанавливают с помощью прибора 5.

*Принцип действия машины заключается в следующем (см. рис. 17)*

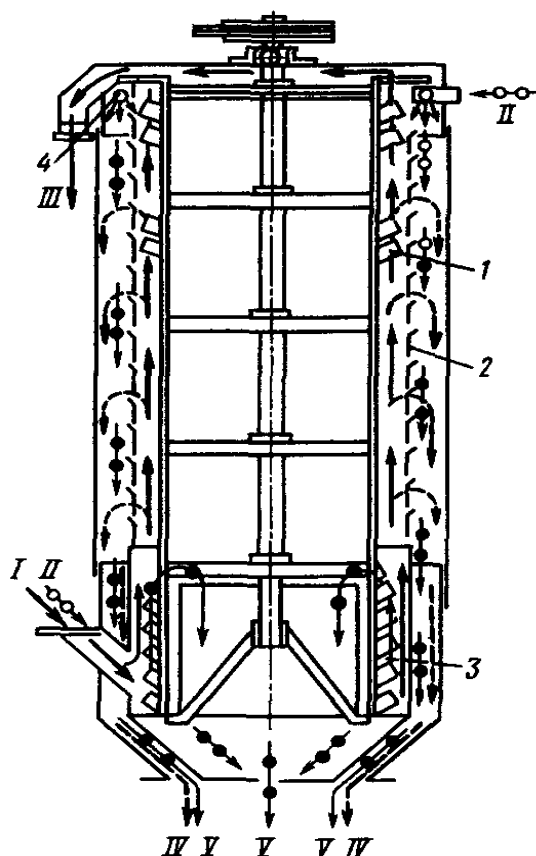


Рис. 17. Технологическая схема машины А1-БМШ: 1 – бичевой ротор; 2 – чешуйчатый цилиндр; 3 – мочная зона; 4 – смывающее устройство; I – исходное зерно; II – вода; III – очищенное зерно; IV – отходы; V – отработанная вода.

*Зерно через приемный патрубок 10 равномерно подается в моющую зону машины. Одновременно поступает вода. Ее расход контролируют ротаметром 8. Зерно, поданное в нижнюю часть машины, подхватывается гонками и поднимается вверх, проходя зону мойки, отжима и шелушения, камеру выброса. Уровень воды в зоне мойки изменяют постановкой съемной крышки с отверстиями. Избыток воды из моющей зоны отводится через верхний край среднего цилиндра или через отверстия съемной крышки. Зерно в момент подъема под действием центробежной силы, создаваемой ротором, от-*

*брасывается к поверхности ситового цилиндра.*

*В результате трения зерновок между собой и о чешуйчатое сито поверхность зерна очищается от надорванных оболочек и частично от зародыша и бородки, при этом с поверхности зерна удаляется избыточная влага.*

Проходные частицы, пройдя через отверстия в ситовом цилиндре, падают вниз. Частицы, осевшие на внешней поверхности кожуха, периодически смываются водой и вместе с основной массой отходов через кольцевой конусный канал выводятся из машины.

Пуск машины проводят дистанционно с центрального пульта управления. При необходимости аварийной остановки или для выполнения работ по налад-

ке и регулированию можно остановить и запустить машину с помощью индивидуального кнопочного поста управления.

В корпусе машины (в зоне мойки) устанавливают дверцу с решеткой. Подачу воды в зону увлажнения и мойки регулируют с помощью вентиля перед ротаметром. При этом положение поплавка на шкале ротаметра должно соответствовать фактическому расходу воды. После этого открывают вентиль подачи воды на смывающее устройство. Включение мембранного вентиля происходит автоматически после включения привода в работу. После пуска машины и работы на холостом ходу подают зерно, постепенно увеличивая нагрузку до номинального значения.

Во время работы машины под нагрузкой проверяют влажность зерна. Она должна возрасти по сравнению с первоначальным значением на 1,5-2,0%. Если увеличение влажности превышает указанные значения, в корпусе устанавливают дверцу без отверстий.

При эксплуатации машины необходимо обеспечить равномерную подачу зерна, постоянство расхода воды, надежную работу смывающего устройства, герметичность соединений, рабочее состояние гидравлического фильтра. В процессе эксплуатации не реже одного раза в месяц машину подвергают периодическому осмотру и устраняют отмеченные неисправности.

## МАШИНЫ ТИПА А1-БШУ

**Машина А1-БШУ-1 для увлажнения зерна** (рис. 18) состоит из корпуса 3, бичевого ротора 2, кожуха 4, электродвигателя 18, индикатора наличия зерна 6, панели 7 и рамы 16.

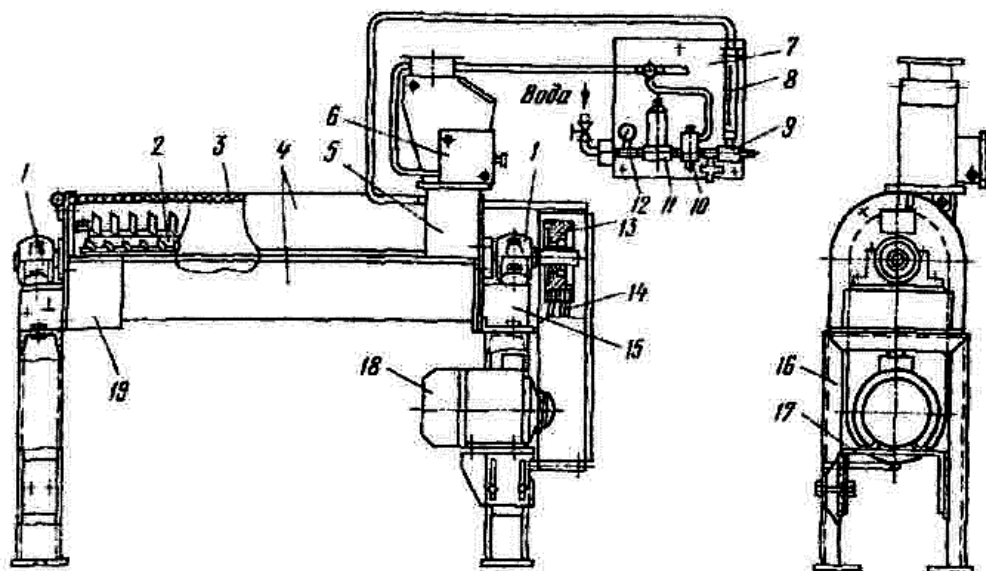


Рис. 18. Машина А1-БШУ-1 для увлажнения зерна: 1 - подшипники; 2 - ротор; 3 - корпус; 4 - кожух; 5 - приемный патрубок; 6 - индикатор наличия зерна; 7 - панель; 8 - ротаметр; 9 - игольчатый вентиль; 10 - мембранный электромагнитный вентиль; 11 - фильтр; 12 - регулятор давления; 13 - шкив; 14 - клиноременная передача; 15 - опора; 16 - рама; 17 - плита; 18 - электродвигатель; 19 - выпускной патрубок.



Корпус выполнен из нержавеющей стали и имеет разъем в горизонтальной плоскости. Обе половины соединены между собой болтами. С торцов корпуса к стенкам болтами прикреплены опоры 15 для установки подшипников 1. Корпус машины имеет приемный 5 и выпускной 19 патрубки.

Ротор (рис. 19) — основной рабочий орган машины. Он состоит из вала, выполненного из стальной пустотелой трубы 3 диаметром 140 мм. С обеих ее сторон сварены цапфы 1 и 7. На трубе приварены 68 шпилек 4, к которым прикреплены восемь бичей 2 и 5, а также два съемных гонка б и 8. Четыре бича имеют гонки, установленные плоскостью к оси ротора под углом  $60^\circ$ , гонки других четырех бичей — под углом  $70^\circ$ . На каждом биче расположен 21 гонок. Бичи и гонки выполнены из нержавеющей стали.

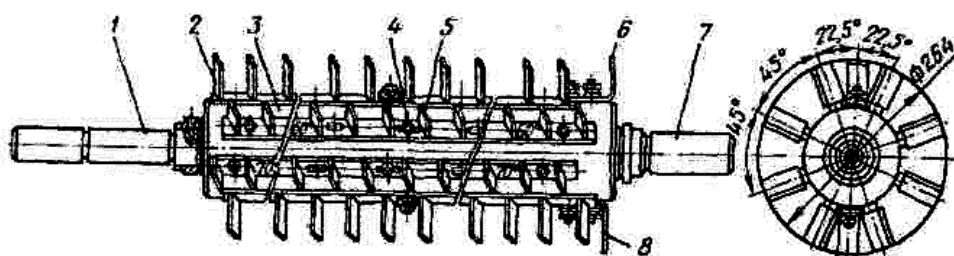


Рис. 19.  
Ротор  
машины  
А1-

БШУ-1: 1, 7 — цапфы; 2, 5 — бичи; 3 — труба; 4 — шпилька; 6, 8 — гонки.

Ротор вращается в двух подшипниковых опорах, имеющих сферические двухрядные шариковые подшипники. Вращение ротора — от электродвигателя 18 (см. рис. 18) через клиноременную передачу 14. Электродвигатель и микровыключатель имеют пылезащитное исполнение. Две половины кожуха (имеют горизонтальную плоскость разъема) выполнены из листовой стали толщиной 1 мм. Они соединяются между собой запорами. Для гашения шума внутри кожуха установлена поролоновая подкладка.

Индикатор наличия зерна состоит из корпуса, рычага с пластиной, сигнализатора. В последнем размещены детали исполнительного механизма и микровыключатель, служащий для автоматического включения и выключения подачи воды на увлажнение. Панель представляет собой вертикальную металлическую площадку, на которой расположены фильтрующие, регулирующие, исполнительные и контрольные приборы.

*Технологический процесс в машине происходит следующим образом (рис. 20). С центрального пульта управления увлажнитель включают на холостой ход, после чего через приемный патрубок индикатора наличия зерна подают зерно. Под действием потока зерна пластина с рычагом отклоняется и микровыключатель замыкает электрическую цепь. Электромагнитный вентиль 10 срабатывает и открывает отверстие для подачи воды из водопровода через регулятор давления 12, фильтр 11, электромагнитный вентиль 10, игольчатый вентиль 9 и ротаметр 8 в рабочую зону (приемный патрубок).*

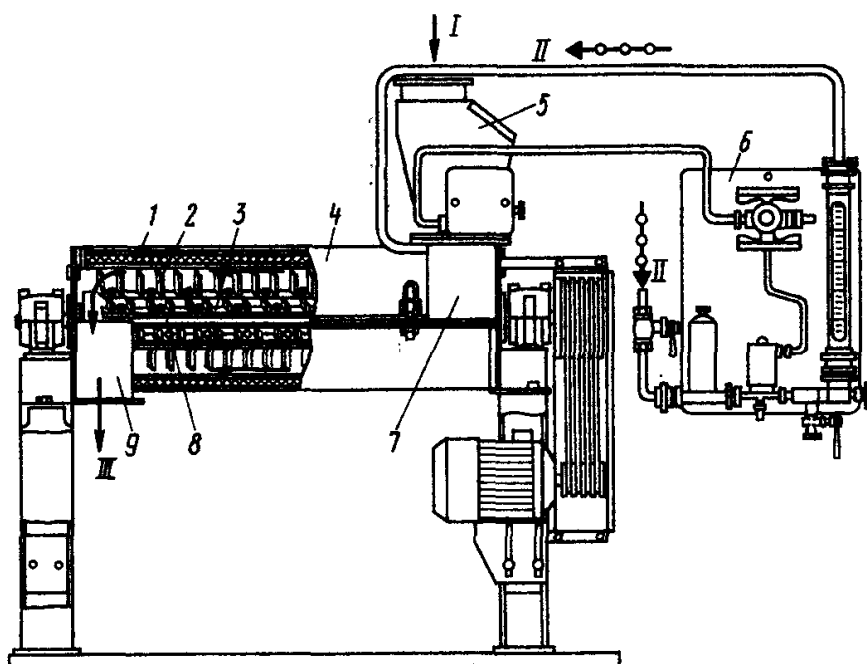


Рис. 20. Технологическая схема машины А1 – БШУ -1: 1 – корпус; 2 – гонки; 3 – бич; 4 – кожух; 5 – индикатор наличия зерна; 6 – панель управления; 7 – приемный патрубок; 8 – вал; 9 – выпускной патрубок; I – исходное зерно; II – вода; III – увлажненное зерно.

Благодаря особому устройству ротора и его большой частоте вращения зерно интенсивно перемешивается, насыщается влагой и перемещается от приема к выпуску. В связи с кратковременным, но интенсивным воздействием на зерно обеспечивается значительное его увлажнение при минимальном расходе воды. Управление приводом и подачей зерна осуществляют в дистанционном автоматизированном режиме с центрального пульта управления мукомольного завода.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

### **Машины для измельчения зерна**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

##### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе вальцовых станков, вымольных и бичевых машин.

##### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе вальцовых станков ЗМ2.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе вымольной машины А1- БВГ.
3. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе бичевой машины ЗВО-1.

##### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Куручкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## ВАЛЬЦОВЫЕ СТАНКИ

Вальцовые станки предназначены для измельчения зерна и промежуточных продуктов злаковых культур на мукомольных и крупяных предприятиях. Измельчение осуществляется в клиновидном пространстве, образованном поверхностями двух цилиндрических параллельных вальцов, вращающихся с различными скоростями навстречу друг другу. Зерно разрушается в результате деформации сжатия и сдвига.

Промышленность выпускает следующие вальцовые станки: ЗМ2, БВ2, ВМ2-П, А1-БЗН, А1-БЗ-2Н, А1-БЗ-3Н, Р6-БЗ-5Н и Р6-БЗ-6Н. Освоено производство новых современных станков ВС предприятиями «Мельинвеста» и станков МВ и МВП Воронежским объединением «УПМАШ».

### ВАЛЬЦОВЫЕ СТАНКИ ЗМ2 И БВ2

**Вальцовый станок ЗМ2** (рис. 21) двухсекционный, с автоматической дистанционной системой управления, с автоматическим регулированием производительности, предназначен для измельчения зерна и промежуточных продуктов размола преимущественно на мукомольных заводах с механическим транспортом. Каждая секция станка состоит из мелеющих вальцов, питающего, привально - отвального и приводного механизмов.

Мелющие вальцы — это две стальные полуоси и рабочий барабан, изготовленный из никель-хромистого чугуна, наружная поверхность которого отбелена. Вальцы в станине устанавливаются на роликовых подшипниках так, чтобы между линией, соединяющей оси вальцов и горизонталью был угол  $45^\circ$ . Один из каждой пары вальцов имеет только вращательное движение (быстровращающийся), другой (медленновращающийся) кроме вращательного он может иметь и поступательное движение в направлении, перпендикулярном оси. Этим обеспечиваются регулирование зазора между вальцами, его равномерность по длине вальцов, быстрое сближение (привал) и удаление (отвал), а также прохождение между вальцами твердых посторонних предметов без поломок деталей станка и повреждения вальцов. Вальцы связаны между собой шестеренной передачей. Очищают вальцы щетками.

Настройку вальцов на параллельность проводят винтовыми механизмами. Для параллельного сближения вальцов служит эксцентриковый механизм. Твердые посторонние предметы проходят между вальцами благодаря кратковременному увеличению зазора при сжатии пружины амортизатора, установленного под рычагом подвижного вальца.

Питающий механизм станка двухваликовый. Распределительный валик 4 имеет разнонаправленные (левые и правые) винтовые рифли, а дозирующий 5 — 35 продольных рифлей на окружности на драных системах и 59 рифлей на размольных (рис. 21). Механизм регулирования питания позволяет автоматиче-

ски изменять подачу продукта дозирующим валиком в зависимости от поступления его в питающую трубу.

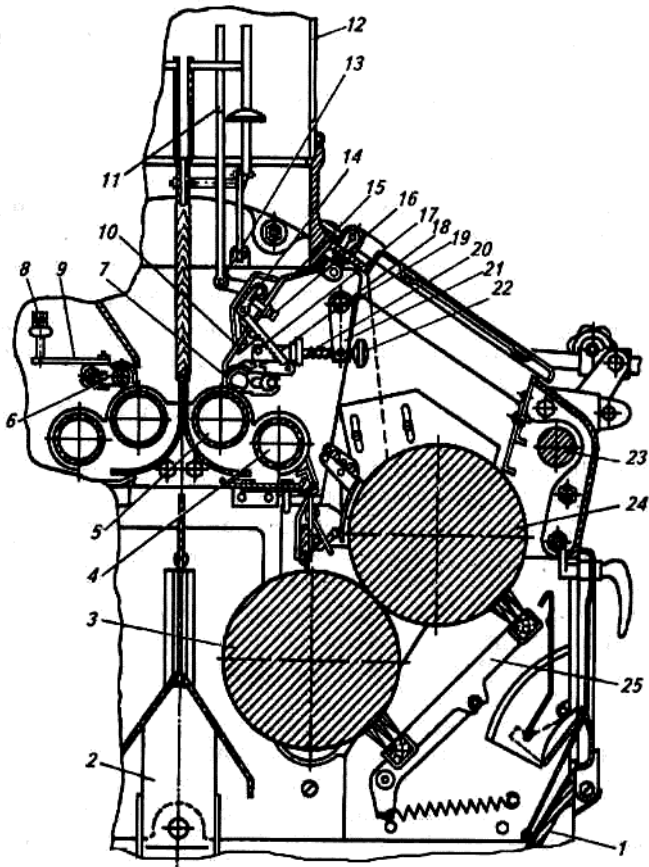


Рис. 21. Вальцовый станок 3М2: 1 - станина; 2 -аспирационное устройство; 3, 24 -медленновращающийся и быстровращающийся вальцы; 4, 5 - распределительный и дозирующий валики; 6, 13, 14, 21- рычаги; 7 - секторная заслонка; 8 - регулировочный винт; 9 - планка; 10 - пружина; 11 - датчик питателя; 12 - питающая труба; 15 - клапан; 16 - винт; 17 - тяга; 18 - серьга; 19 -вал; 20 - амортизационная пружина; 22- винт; 23 - эксцентриковый вал; 25 - щетка.

жана; 11 - датчик питателя; 12 - питающая труба; 15 - клапан; 16 - винт; 17 - тяга; 18 - серьга; 19 -вал; 20 - амортизационная пружина; 22- винт; 23 - эксцентриковый вал; 25 - щетка.

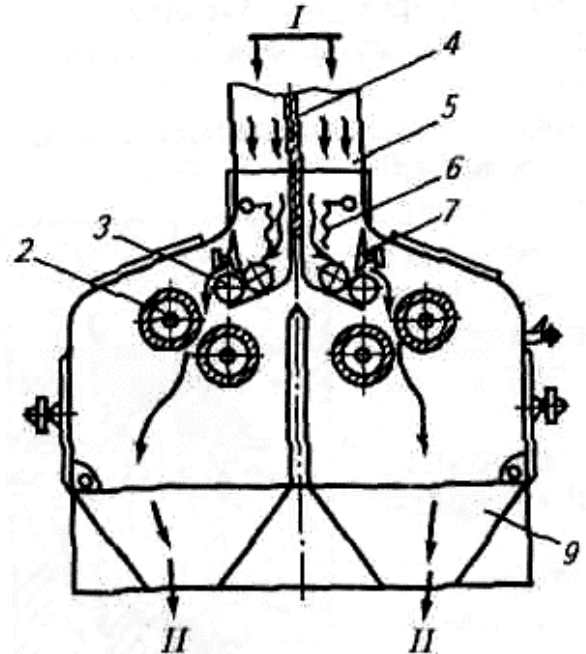


Рис. 22. Технологическая схема вальцового станка: 2 - мелющие вальцы; 3 - механизм подачи продукта (распределительный валик); 4 - чувствительный элемент сигнализатора уровня; 5 - приемная труба; 6 - шторки-датчики; 7 - заслонка; 9 - выпускной конус; I - исходная смесь; II - измельченное зерно.

Привально-отвальный механизм служит для выполнения следующих операций:

- привал медленновращающегося вальца при включении станка на рабочий ход и отвал вальца при переводе на холостой ход;
- регулирование параллельности вальцов;
- регулирование степени измельчения продукта путем плавного и точного изменения расстояния между вальцами;
- изменение зазора между вальцами при попадании между ними твердых посторонних предметов.

Вальцовые станки типа ЗМ2 выпускают с механическим автоматом отвала и привала подвижного вальца. Автомат обеспечивает выполнение следующих операций:

- отвал и привал подвижного вальца;
- выключение и включение вращения питающих вальцов;
- закрытие и открытие секторной заслонки.

Отвал и привал вальцов сопровождаются световой сигнализацией. При отвале загораются красные сигнальные лампы. При холостом ходе станка сигнальные лампы включены, при рабочем режиме — выключены.

Для регулирования подачи продукта над дозирующим валиком 5 на рычаге 6 шарнирно закреплена секторная заслонка 9, которая соединена тягой 18 и рычагами 11 и 15 с датчиком питания 13, находящимся в питающей трубе станка. Для возврата заслонки в нижнее (закрытое) положение служит пружина 10, усилие которой можно изменять перестановкой ее ушка в отверстиях опорной планки на клапане 16. Для регулирования величины перемещения (хода) секторной заслонки служит винт 17, закрепленный на клапане 16. Правый кривошип рычага 6 соединен через серьгу 20, винт 24 амортизационную пружину 22, рычаг 23, вал 21 с рычагом автомата управления. Левый кривошип рычага 6 через планку 8 опирается на винт 7, закрепленный на станине, который ограничивает движение секторной заслонки при закрытии ее и исключает поломку деталей. Предварительную установку величины питающей щели осуществляют вращением винта 24. Дополнительно питающую щель во время работы станка (при очистке питающего бункера) увеличивают путем оттяжки винта 24 за маховичок «на себя».

Питающий механизм приводится в движение плоскоременной передачей от ступицы быстровращающегося вальца, а дозирующий — от распределительного валика посредством шестеренной передачи.

**Продукт, поступая в приемную часть станка, отклоняет секторную заслонку и попадает на дозирующий валик, который, вращаясь, захватывает его своей рифленой поверхностью и передает продукт на распределительный валик.**

тельный вал, распределяющий продукт равномерно по всей длине раз-  
мольной щели мелющих валцов. Вращаясь навстречу друг другу с раз-  
ными скоростями, мелющие валцы захватывают зерно, измельчают его  
и подают продукты размола в бункер, откуда они отводятся воздухом че-  
рез трубы, расположенные с боковых сторон станка.

Включение грубого привала валцов, вращение валиков 4 и 5, а также пе-  
ремещение секторной заслонки 9 выполняют автоматически при наполнении  
продуктом питающей трубы. Обратные процессы протекают также автомати-  
чески при прекращении поступления продукта в питающую трубу станка.

Кинематическая схема вальцового станка ЗМ2 представлена на рисунке 23.

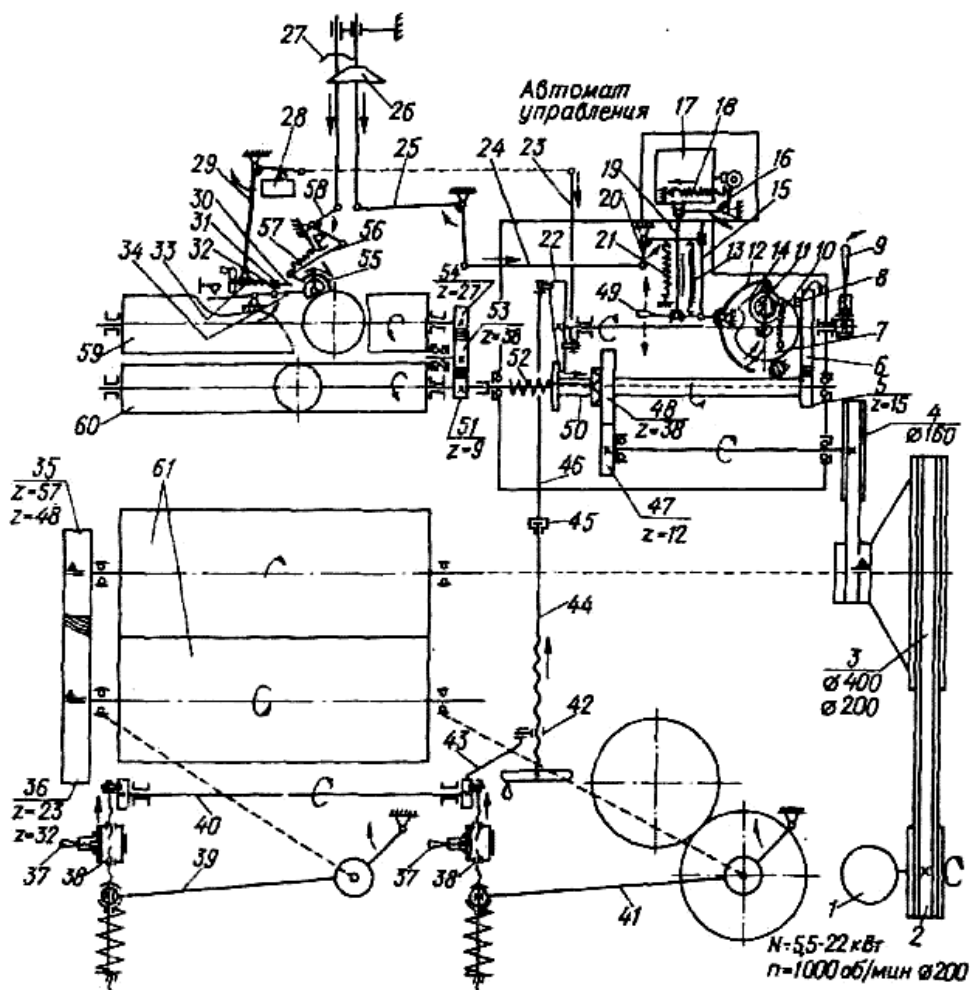


Рис. 23. Кинематическая схема вальцового станка ЗМ2: 1- электродвигатель; 2, 3, 4- шкивы; 5, 6, 47, 48- зубчатые колеса автомата управления; 7 - диск; 8 - упор; 9 - руко-  
ятка; 10, 13, 18, 21, 32, 52, 57 - пружины; 11 - сектор; 12 - коромысло; 14 - собачка; 15 -  
шток; 16, 20, 25, 29, 34, 43, 49, 58 -рычаги, 17 - электромагнит; 19 - толкатель; 22 - кри-  
вошип; 23, 46 - шатуны; 24, 56 - тяги; 26, 27 - датчики питания; 28 - микропереключа-  
тель; 30, 44 - винты; 31, 42 - гайки; 33 - сухарь; 35, 36 - зубчатые колеса межвальцово-  
вой передачи; 37- рукоятки храповых механизмов; 38 - стяжные гильзы; 39, 41 - корпуса  
подвижных подшипников; 40 - эксцентриковый вал; 45 - муфта; 50 - кулачковая муфта;  
53, 53, 54 - зубчатые колеса; 55 - секторная заслонка; 59, 60 - дозирующий и распреде-  
лительный валки; 61 – валцы.

## ВЫМОЛЬНАЯ МАШИНА А1-БВГ

Вымольная машина А1-БВГ предназначена для отделения частиц эндосперма от оболочек сходовых фракций драных систем при переработке пшеницы в сортовую муку. Ее используют на мукомольных заводах с механическим и пневматическим транспортом. Машина состоит (рис. 24) из поставки, корпуса, приемно-питающего устройства, бичевого ротора, ситового полуцилиндра, выпускных устройств и привода.

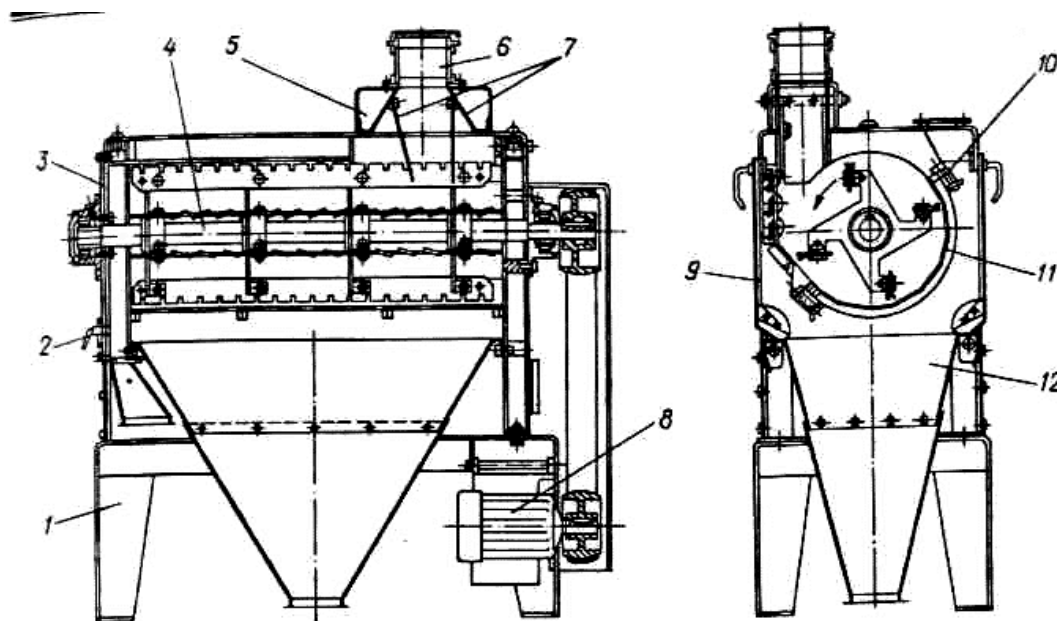


Рис. 24. Вымольная машина А1-БВГ: 1 — подставка; 2 — люк; 3 — крышка станины; 4 — ротор; 5 — приемная камера; 6 — приемный патрубок; 7 — спаренные клапаны; 8 — привод; 9 — дверка; 10 — зажим; 11 — сито; 12 — конус

Подставка 1 предназначена для установки на ней станины и электропривода. На станине размещены основные рабочие органы машины.

Приемно-питающее устройство включает в себя патрубок и приемную камеру. Приемная камера 5 снабжена двумя спаренными клапанами 7, регулирующими подачу исходного продукта в рабочую зону машины. Приемный патрубок 6 выполнен из стекла.

Бичевой ротор — основной рабочий орган машины. Он имеет вал, розетки и бичи. Ротор 4 установлен в подшипниковых опорах, закрепленных на торцевых стенках станины. Привод ротора — от электродвигателя через плоскоремennую передачу. Электродвигатель расположен на плите, шарнирно закрепленной на подставке. Ремень натягивают натяжным болтом.

Съемное сито 11 представляет собой полотно из нержавеющей стали с круглыми отверстиями. Полотно с помощью винтов прикрепляют к каркасу из



алюминиевого сплава. К машине каркас закрепляют зажимами 10. Металлические съемные дверки предназначены для удобства обслуживания машины при декадных остановках.

Процесс работы машины приведен ниже (см. рис. 25).

Исходный продукт через патрубок 6 поступает в приемную камеру вымольной машины и через спаренные клапаны направляется в рабочую зону. Здесь продукту гонками, расположенными на бичах ротора и отогнутыми под углом  $50^{\circ}50'$ , сообщается как вращательное, так и осевое движение.

Процесс отделения частиц эндосперма от оболочек происходит в результате интенсивного удара бичей по частицам продукта в рабочей зоне. Вследствие интенсивного удара бичей частицы эндосперма отделяются от оболочек (отрубей) и вместе с последними отбрасываются на ситовую поверхность. Частицы эндосперма проходят через отверстия сита, попадают в конус 12 и далее по самотечной трубе выводятся из машины. Отруби идут сходом с сита, направляются в патрубок и выводятся из машины.

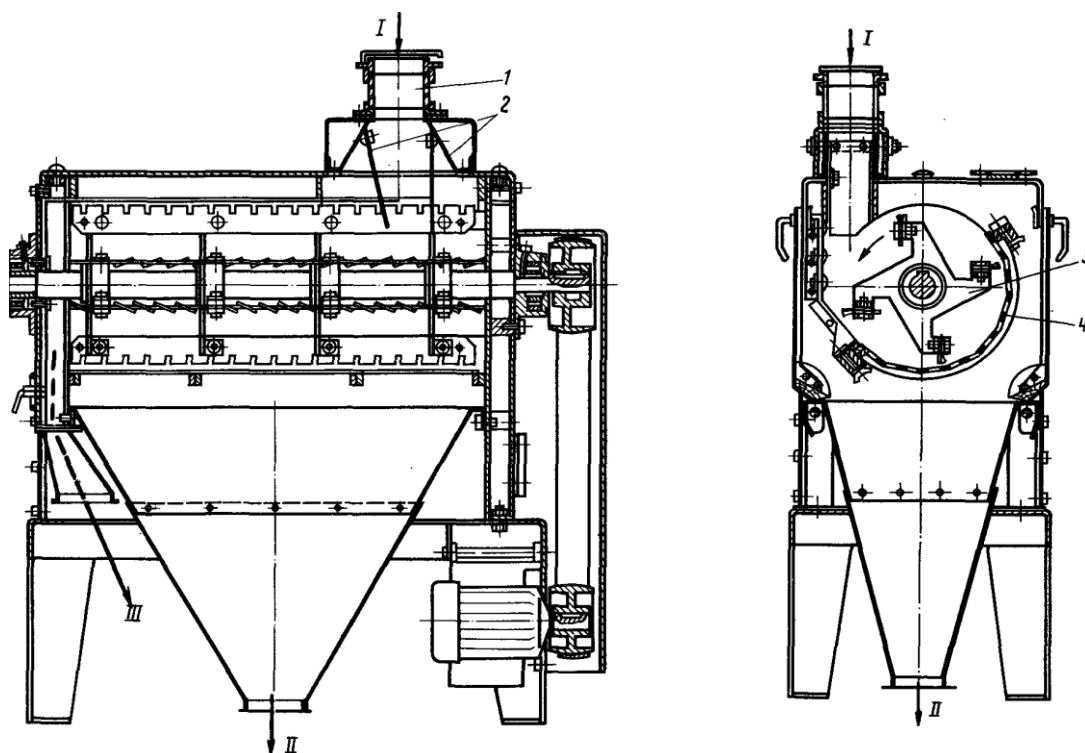


Рис. 25. Технологическая схема вымольной машины А1-БВГ: 1 – приемный патрубок; 2 – клапаны; 3 – бичевой ротор; 4 – ситовый полуцилиндр; I – исходная смесь; II – мучнистая смесь; III – отрубьянистые частицы.

Для контроля схода отрубей на выходе из машины сделан люк. В зависимости от конкретного места Установки машины в технологической схеме мукомольного завода ее комплектуют одним из трех видов сит (с отверстиями диаметром 0,75; 1,0 и 1,25 мм).

Чтобы обеспечить нормальный технологический процесс и обслуживание вымольной машины, на мукомольных заводах с внутрицеховым механическим транспортом машину присоединяют к аспирационной сети. Для этого в крышке станины предусмотрено отверстие размером 90 x 1060 мм с фланцем. При установке вымольной машины на мукомольных заводах с пневматическим транспортом всасывающий воздуховод пневмотранспорта подсоединяют к выпускному конусу или специальному патрубку под перекрытием, на котором установлена машина.

Время нахождения исходного продукта в рабочей зоне и производительность машины регулируют поворотом оси одного из спаренных клапанов приемной камеры. При этом изменяется время пребывания продукта в рабочей зоне. Это делают в том случае, если отруби слишком сухие и мука, выходящая из машины, имеет темный цвет или, наоборот, если отруби и мучнистые частицы слишком светлые.

Во время работы машины возможны выделение пыли из рабочей камеры в помещение из-за нарушения уплотнения дверок или лючка, нарушение аспирационного режима. Необходимо отремонтировать или заменить уплотнение, отрегулировать аспирационный режим. Если чрезмерно греются подшипники бичевого ротора, то необходимо промыть подшипники керосином, заменить войлочные уплотнения подшипников, произвести их смазку.

## **Бичевая машина ЗВО-1**

**Бичевая машина ЗВО-1** (рис. 26) предназначена для вымола отрубянистых продуктов. Основной ее рабочий орган - ротор, образованный вертикальными бичами 5 и валом 6.

В состав машины входят: электродвигатель 1, гибкая муфта 2, приемный патрубок 3 для исходного продукта, лопатки 4 для разбрасывания продуктов, вертикальные бичи 5, вал 6, розетка 7 для крепления бича к валу, ситовой цилиндр 8 и выпускной патрубок 9.

Лопатки 4 распределяют поступающий продукт по периметру цилиндра 8. Затем продукт попадает под ударное действие вращающихся бичей. В результате ударов и истирания эндосперм отделяется от оболочек.

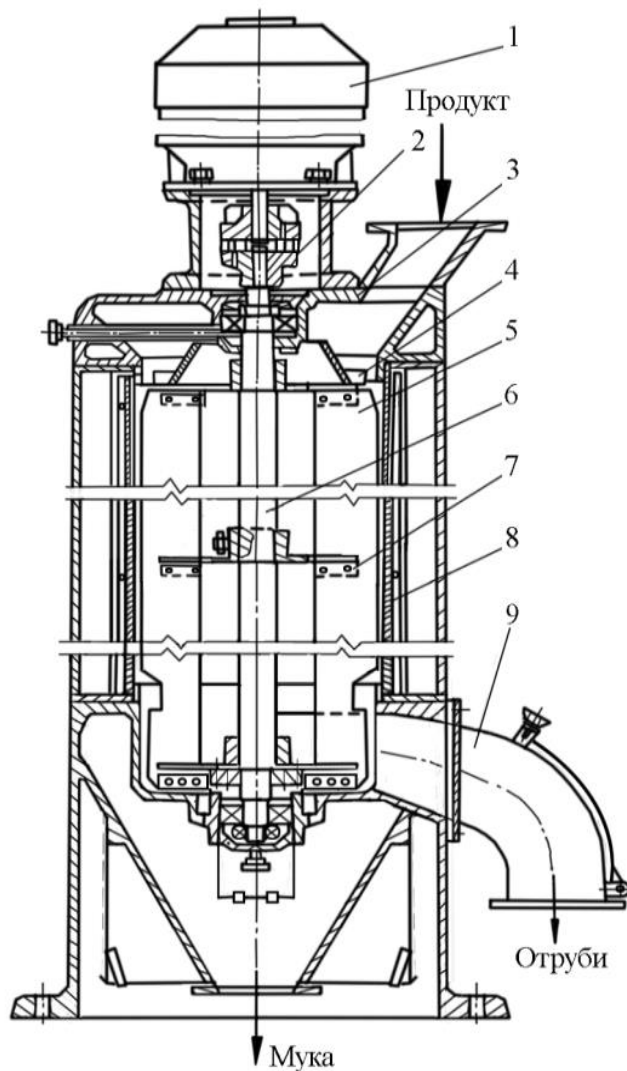


Рис. 26. Вертикальная бичевая машина ЗВО-1

обеспечить эксплуатационную надежность необходимо: исходный продукт до поступления в машину пропускать через магнитную защиту; равномерно загружать машину в пределах установленной производительности. Бичи должны вращаться по часовой стрелке. Аспирируется машина присоединением к аспирационной сети.

Продукт, полученный сходом с сетчатого цилиндра 8, удаляется в нижней части машины через боковой патрубок 9. Продукт, просеянный через сито, выходит из машины через центральную коническую воронку. Чтобы Техническая характеристика: производительность - 0,3...0,5 кг/с; удельная нагрузка ситовой поверхности для крупяных продуктов - 0,35...0,45 кг/(м<sup>2</sup>·с); размеры ситового цилиндра, длина - 1000мм; диаметр - 400 мм; окружная скорость бичей электродвигателя - 4,5 кВт.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### Машины для сепарирования зернопродуктов, производства пшена и гречневой крупы

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

1. Плакаты.

#### Цель и задачи работы

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе просеивающих и крупосортировальных машин, машин для производства пшена и гречневой крупы.

#### *Порядок выполнения работы:*

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе просеивающей машины А1-БПК.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе крупосортировальной машины А1-БКГ-1.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе машины для производства пшена и гречневой крупы 2ДШС-3 .

#### *Отчет о работе*

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

- 1.Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## ПРОСЕИВАЮЩАЯ МАШИНА А1-БПК

Предназначена для контрольного просеивания муки и выделения из нее случайно попавших грубых и посторонних примесей. Машину устанавливают перед выбоем муки в мешки или при бестарном ее отпуске.

Просеивающая машина А1-БПК (рис. 27) представляет собой блочную конструкцию, состоящую из станины 1, двух просеивателей 6, двух приводов 2, бункера 7, двух ограждающих устройств 5. Станина, изготовленная из листовой стали толщиной 6 мм, состоит из верхнего прямоугольного основания корытообразной формы и четырех опорных стоек из уголкового гнутого профиля. К основанию станины, имеющему два окна для вывода очищенного продукта и окно для подсоединения к системе аспирации, прикреплены два просеивателя с индивидуальными электроприводами.

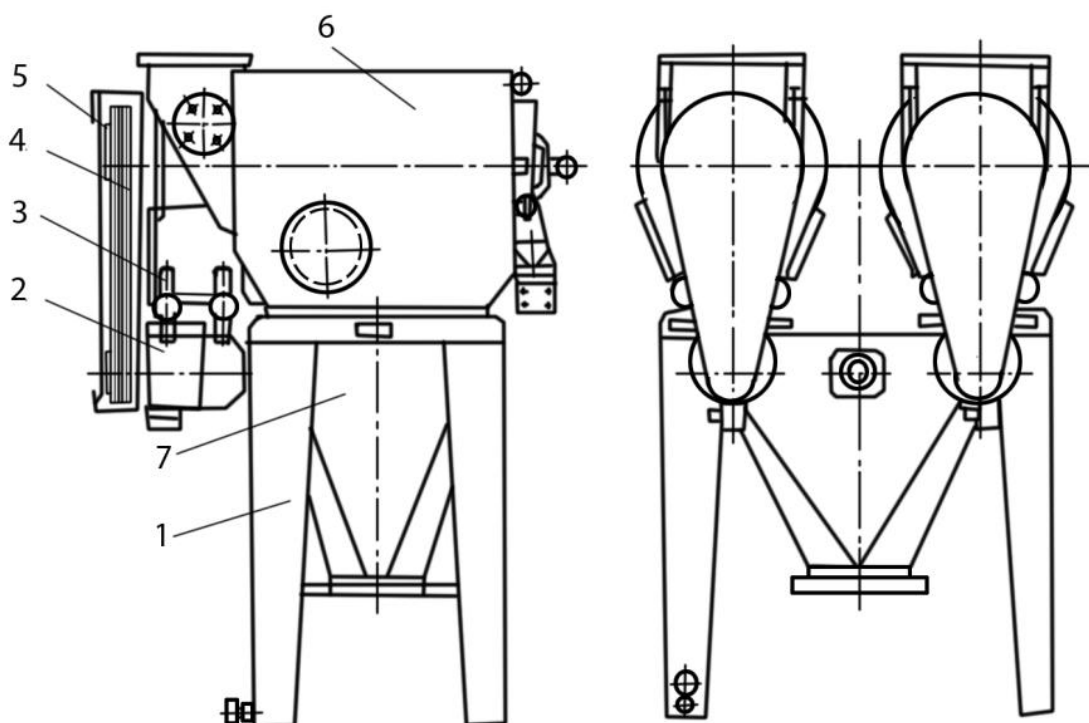


Рис. 27 - Просеивающая машина А1-БПК: 1 - станина; 2 — привод; 3 — кронштейн; 4 — опора; 5 — ограждающее устройство; 6 — просеиватель; 7 — бункер.

Привод каждого просеивателя включает в себя электродвигатель, клиноременную передачу, натяжное устройство. Размещен он со стороны приемных патрубков. Электродвигатель и натяжное устройство монтируют на кронштейне приемного патрубка просеивателя.

Бункер, предназначенный для сбора очищенного продукта, изготавливают из листовой стали толщиной 3 мм. Он имеет два фланца. Верхний предназначен для подсоединения к фланцу шлюзового питателя. Ограждающее устройство клиноременной передачи состоит из ограждения и опоры. Ограждение имеет замкнутую по контуру стальную обечайку, к которой приварена стенка из ситового пробивного полотна. Опора изготовлена из листового 7л стали толщиной 2 мм. Ее закрепляют на просеивателе при помощи четырех шпилек и гаек.

Каждый просеиватель (рис. 28) состоит из сварного корпуса 1, внутри которого установлен ситовой цилиндр 6 диаметром 400 мм, длиной 900 мм. Цилиндр изготовлен из ситового полотна с пробивными отверстиями диаметром 4–6 мм. Внутри цилиндра на двух подшипниковых опорах качения, закрепленных в торцовых стенках приемного 2 и выпускного 5 патрубков, вращается ротор 4 с двумя пластинчатыми бичами 3 и двумя очистителями 7, расположенными вдоль оси ротора. Приемный патрубок изготовлен из листовой стали толщиной 6 мм, имеет фланец для присоединения питающего устройства и два смотровых окна. К корпусу он прикреплен болтами.

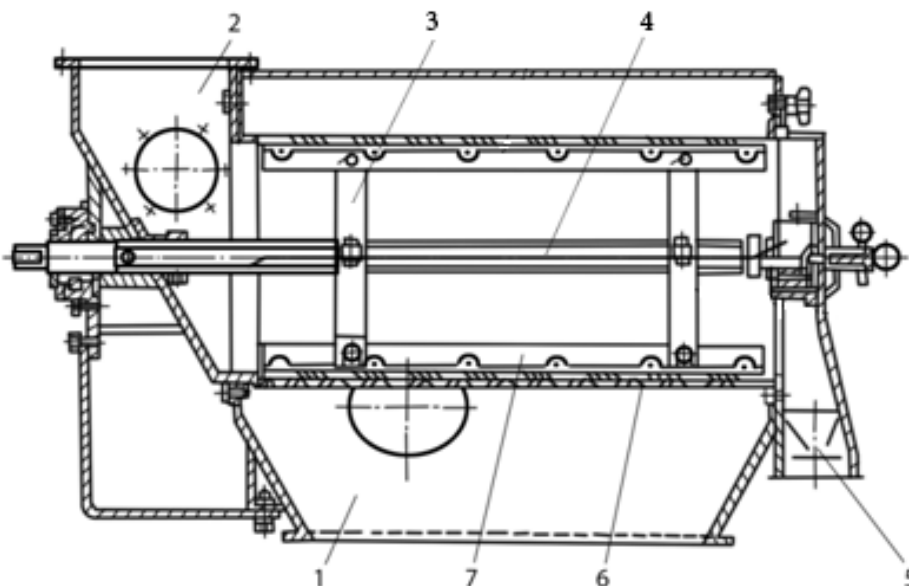


Рис. 28 - Просеиватель: 1 - корпус; 2, 5 - приемный и выпускной патрубки; 3 - бич; 4 - ротор; 6 — ситовой цилиндр; 7 — очиститель.

*Мука (исходный продукт) равномерно поступает внутрь ситового цилиндра просеивателя через приемный патрубок. Продольные бичи и очистители вращающегося ротора захватывают ее и отбрасывают на поверхность ситового цилиндра. Через окно в станине мука попадает в бункер-сборник и выводится из него через шлюзовой питатель аэрозольтранспорта. Случайно попавшие в муку посторонние примеси, идущие сходом с ситового цилиндра, выводятся через выпускной патрубок просеивателя и скапливаются в специальной таре.*

Эффективность отделения посторонних примесей составляет 100%.

Во время работы машины под нагрузкой особое внимание обращают на равномерную подачу продукта в машину, не допуская ее перегрузки, на эффективность просеивания (наличие муки в отходах недопустимо), на отсутствие посторонних шумов, своевременное и четкое срабатывание сигнализатора уровня муки в бункере-сборнике (завалы недопустимы).

В работе машины могут возникнуть неисправности. Если вместе с примесями идет мука, то следует уменьшить подачу продукта, отрегулировать поджатие щеток или заменить их. При подпоре продукта снизу машина не отключается. В этом случае необходимо отрегулировать работу сигнализатора уров-

ня. Вследствие износа ситового цилиндра и появления дыр возможно попадание в проходовой продукт посторонних примесей. Неисправность устраняется установкой нового ситового цилиндра. Если пробуксовывают ремни привода и не вращается ротор, следует подтянуть ремни. Перегрев корпуса подшипника устраняется смазкой подшипника.

**Просеивающая машина А1-БПК2-К** предназначена для контрольного просеивания муки с целью выделения из нее случайно попавших грубых и посторонних примесей. Ее используют также для подработки мучных сметок. По конструкции просеиватель аналогичен просеивателю машины А1-БПК.

Технические характеристики просеивающих машин приведены в табл. 1.

**Просеиватель-бурат ПБ-1,5** (рис. 29) предназначен для просеивания и очистки от примесей муки, сахара и других сыпучих компонентов.

Он состоит из станины 1, привода 2, корпуса 3, внутри которого установлены пяти- или шестигранный барабан 4, два магнитных аппарата 5, а также верхний питательный 6 и нижний разгрузочный 7 шнеки.

Принцип работы просеивателя-бурата следующий. Продукт через приемный патрубок подается на верхний питательный шнек 6, который подает продукт внутрь вращающегося пятигранного ситового барабана 4. Проходя сквозь сита барабана и затем между двумя магнитными аппаратами 5, продукт поступает в нижний разгрузочный шнек 7, который транспортирует продукт к выгрузочному отверстию.

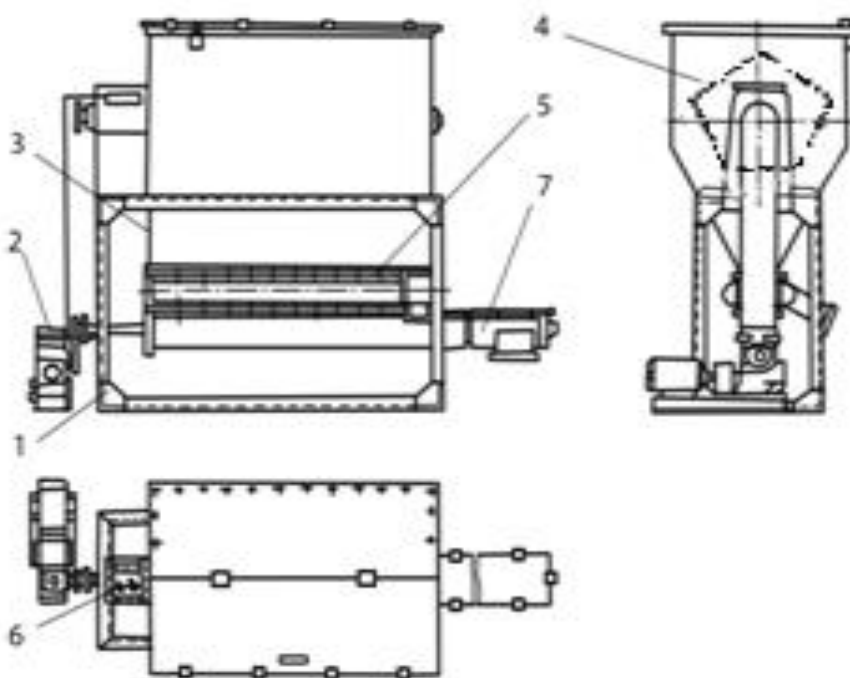


Рис. 29 – Просеиватель-бурат ПБ-1,5

Техническая характеристика просеивателя-бурата ПБ-1,5 приведена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2 – Технические характеристики просеивателей и буратов

Показатель	А1-БПК	А1-БПК2-К	ПБ-1,5	А1-БКГ-1
Производительность, т/ч	36	8...10	1,5...3,0	1,5...2,5
Размеры ситового цилиндра, мм:				
диаметр	400	400	—	—
длина	900	900	—	—
Рабочая поверхность сит, м <sup>3</sup>	2,26	1,13	1,5	3,2
	95	95	3,7...6,3	—
Частота вращения вала бичевого ротора, с <sup>-1</sup>	16	7	—	1,2
Расход воздуха на аспирацию, м <sup>3</sup> /мин	2×5,5	5,5	1,0	1,1
Мощность электродвигателя, кВт	1550×143	1550×800×	2900×856×	2800×1625
Габаритные размеры, мм	0	×1275	×1810	×
	×2295	340	561	×1680
Масса, кг	700			750

**Падди-машины** предназначены для разделения продуктов шелушения зерна на две фракции, одна из которых содержала бы шелушенные зерна, а другая - нешелушенные, т.е. сортируют исходную смесь на фракции, отличающиеся между собой совокупностью

различных свойств (коэффициентом трения, плотностью, формой, размерами и упругостью). Они могут быть использованы для выделения из зерновой смеси примесей: камней, металлических частиц, семян сорных растений и поврежденных зерен.

Принцип действий падди-машин состоит в следующем. К сортировальному столу 1 перпендикулярно поверхности прикреплены стенки 2 зигзагообразной формы (рис. 30, а). Они образуют каналы 3 и 4, по которым движется продукт.

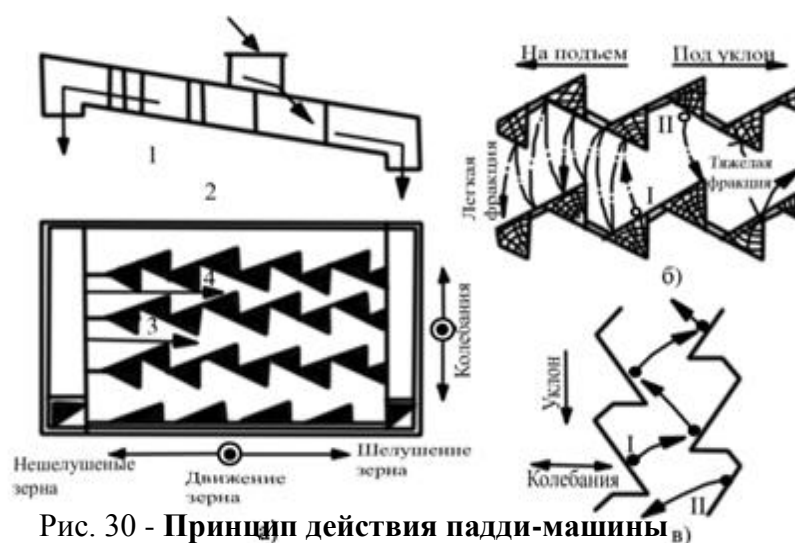


Рис. 30 - Принцип действия падди-машины

Сортировальный стол получает прямолинейное возвратно-поступательное движение.

Более плотные частицы I (рис. 30, б) с большим коэффициентом трения и меньшей упругостью перемещаются вниз, не соприкасаясь с рабочими участками зигзагообразного канала. Менее плотные частицы II с меньшим коэффициентом

трения и большей упругостью, чем частицы I, контактируют с рабочими участками канала и перемещаются вдоль них вверх. При сортировании семенных сме-



сей, содержащих шарообразные и эллипсоидообразные зерна большой упругости (горох, соя), они перемещаются вверх, отражаясь от рабочих участков зигзагообразных стенок канала (рис. 30, в).

Для разделения исходного продукта на две фракции сортировальные столы устанавливают под соответствующим углом наклона к горизонту с помощью специального регулирующего механизма.

Основными признаками, по которым смесь разделяется на рабочих участках канала на две фракции, является различие между плотностью и коэффициентами трения сортируемых частиц. На процесс разделения влияет также различие формы, размеров и упругих свойств частиц.

На эффективность разделения смеси влияет самосортирование, которое происходит при прямолинейно-возвратном поступательном движении канала. Нешелушенные зерна, как более легкие, крупные, упругие и гладкие, попадают в верхние, а шелушенные - в нижние слои. Поэтому процесс разделения зависит от соотношения шелушенных и нешелушенных частиц, а также от толщины слоя разделяемого продукта на днище сортировального стола.

**Одинарная падди-машина** (рис. 31) состоит из приемного устройства 2, распределяющего продукт равномерным слоем по всей длине машины, и корпуса 3, в котором находятся 30 каналов с зигзагообразными направляющими плоскостями. Каналы расположены на трех сортировальных столах по десять в каждом; на второй стол продукт поступает через отверстия первого, а на третий — через отверстия первого и второго сортировальных столов. Штурвал 6 позволяет изменять и фиксировать наклон корпуса от отношения к горизонтальной оси. Стойки 5 шарнирно соединяют корпус с основанием станины. Приводной механизм 4 через эксцентрики и тяги приводит в возвратно-поступательное движение корпус машины.

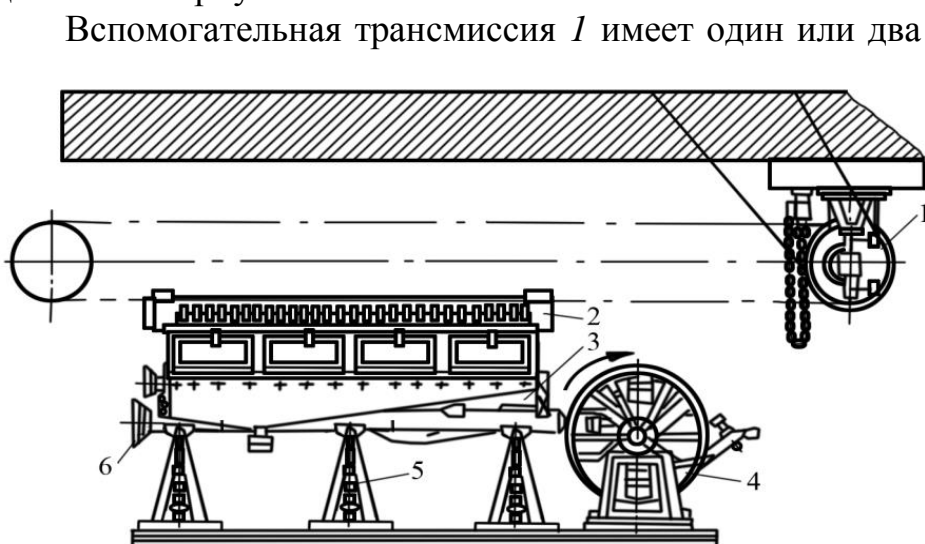


Рис. 31 - Одинарная падди-машина

Вспомогательная трансмиссия 1 имеет один или два шкива в зависимости от количества машин, которые она приводит в движение. На вспомогательной, а также сопряженной с ней трансмиссиях установлены конические шкивы. Вращение от главной трансмиссии на вспомогательную передается плоским ремнем, надетым на конические шкивы, что позволяет регулировать скорость движения корпуса машины.

Приводной механизм одинарной падди-машины включает шкив с противовесом, жестко сидящим на валу. На конце вала закреплено коническое зубчатое колесо, которое через зубчатые колеса передает вращение шкиву с противовесом.

В результате суммарная центробежная сила инерции обоих противовесов при горизонтальном направлении уравнивает силу инерции корпуса. При другом положении противовесов центробежные силы инерции уравнивают друг друга. Подобная конструкция приводного механизма позволяет уравновесить всю систему падди-машин.

Техническая характеристика одинарной падди-машины:

- производительность (кг/с) при переработке овса в крупу в основной машине - 0,14; в контрольной машине - 0,30...0,36; при переработке рапса в крупу в основной машине - 0,21; в контрольной машине 0,3; при переработки проса в пшено в основной и контрольной машинах - 0,11;
- количество каналов в трех ярусах - 30;
- эксцентриситет - 90 мм;
- частота колебаний - 95...105 кол/мин;
- расход воздуха - 0,16 м<sup>3</sup>/с;
- мощность электродвигателя - 1,25 кВт.

Для нормальной работы падди-машины необходимо непрерывное поступление продукта одинаковым слоем во все каналы машины и плотное прилегание направляющих стенок к опорной поверхности сортировального стола. Поверхность стола и всех направляющих стенок должна быть плоской, не допускается перекося корпуса стола, так как это вызывает накопление продукта около стенок каналов, также нарушение установленного кинематического режима машины. Технологический процесс в падди-машине регулируют, уменьшая или увеличивая наклон корпуса по отношению к горизонтальной оси и изменяя частоту колебаний. Основное достоинство падди-машины - относительно высокая точность разделения при стабильной работе. К недостаткам следует отнести громоздкость и динамическую неуравновешенность.

### **КРУПОСОРТИРОВОЧНАЯ МАШИНА А1-БКГ-1**

Двухъярусная крупосортировочная машина А1-БКГ-1 (рис. 32) предназначена для контроля пшена и овсяной крупы. Сортируемый продукт разделяют на три фракции: сорные примеси, крупа и дробленые частицы с мукой.

Станина машины имеет две боковины 3, скрепленные четырьмя перемычками 31. К станине на подвесках 18 крепят деревянные ситовые кузова: верхний 6 и нижний 4. В каждом ситовом кузове размещены три сменные ситовые рамы 14 с пробивными ситами и металлическим поддоном 32. Верхний кузов снабжен патрубком 30 для вывода схода (крупной примеси) и лотком 29 для подачи проходного продукта (крупа, дробленка и мучка) на нижний кузов. Он имеет патрубок 2 для вывода схода (крупы) и патрубок 1 для вывода прохода (дробленки и мучки). Ситовые кузова через эксцентрики 33 и тяги 21 получают

возвратно-поступательное движение от главного вала 28, приводимого в движение электродвигателем 23 через клиноременную передачу 22.

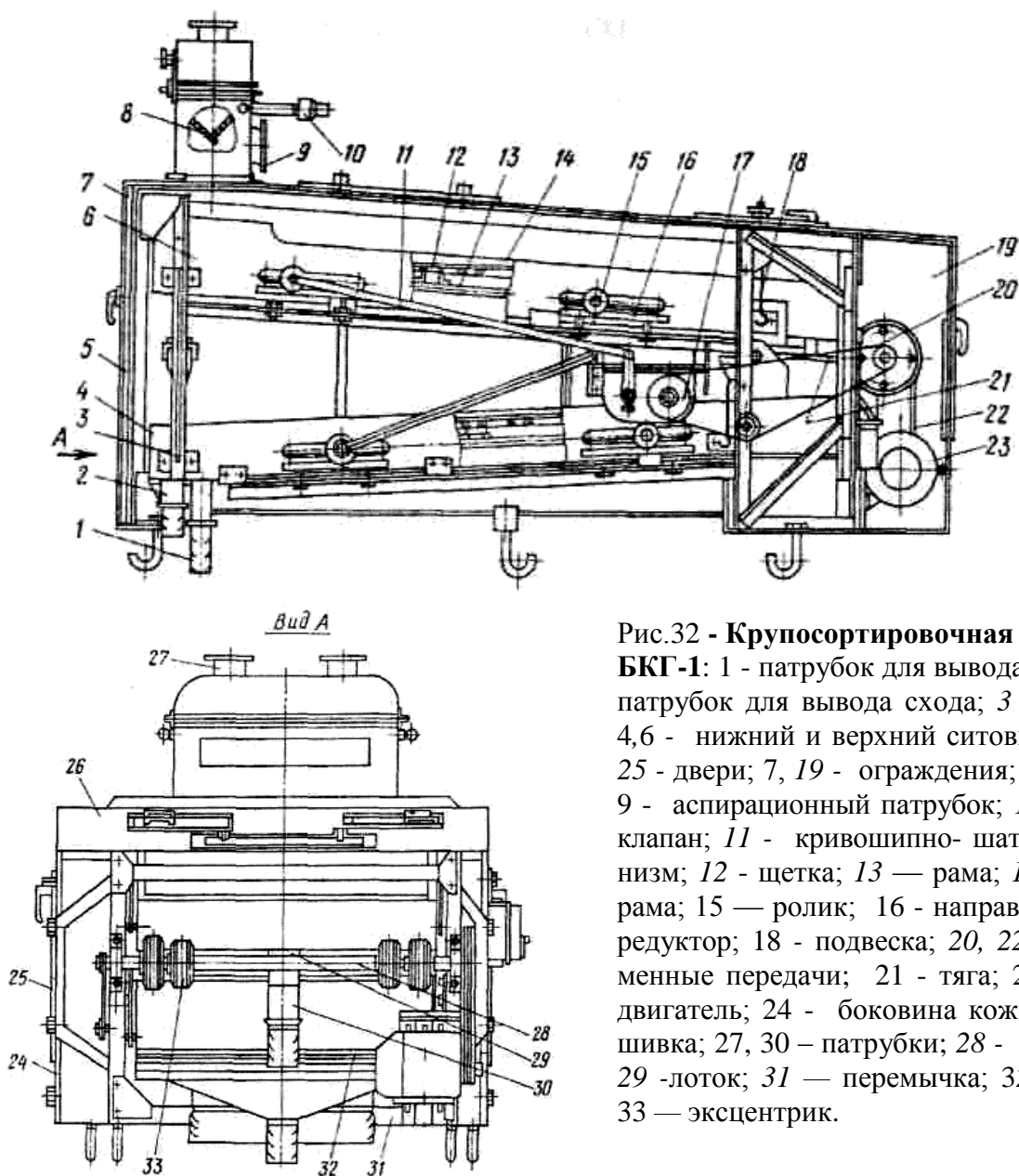


Рис.32 - Крупосортировочная машина А1-БКГ-1: 1 - патрубок для вывода прохода; 2 - патрубок для вывода схода; 3 - боковина; 4,6 - нижний и верхний ситовые кузова; 5, 25 - двери; 7, 19 - ограждения; 8 - питатель; 9 - аспирационный патрубок; 10 - грузовой клапан; 11 - кривошипно-шатунный механизм; 12 - щетка; 13 — рама; 14 — ситовая рама; 15 — ролик; 16 - направляющая; 17 - редуктор; 18 - подвеска; 20, 22 - клиноременные передачи; 21 - тяга; 23 - электродвигатель; 24 - боковина кожуха; 26 - обшивка; 27, 30 - патрубки; 28 - главный вал; 29 - лоток; 31 — перемычка; 32 — поддон; 33 — эксцентрик.

Сита очищаются щеточным механизмом, состоящим из рамы 13 с шестью щетками 12 и кривошипно-шатунного механизма 11, приводимого в движение от главного вала посредством клиноременной передачи 20 и двухступенчатого цилиндрического редуктора 17. Щеточные рамы передвигаются на роликах 15 по направляющим 16, закрепленным на боковинах станины.

Снаружи машина закрыта кожухом, состоящим из верхней обшивки 26, двух боковин 24 и двух ограждений 7 и 19. На каждой боковине кожуха сделаны по две съемные двери 25, а на съемных ограждениях 7 и 19 — по одной съемной двери 5. В верхней части рамы установлен питатель 8 с грузовым клапаном 10, двумя приемными патрубками 27 и аспирационными патрубками 9.

*Крупа поступает через приемные патрубки питателя, накапливается на грузовом клапане, распределяется по всей его ширине и падает на сито верхне-*

го кузова. В процессе движения крупа просеивается через отверстия сита и падает на поддон, а крупные сорные примеси идут сходом и через выпускной патрубок выводятся из машины. Проход через выпускной лоток попадает на сито нижнего кузова. Здесь крупа идет сходом и через патрубок выводится наружу. Дробленка и мука проходят через отверстия сита и далее по поддону направляются в выходной патрубок.

При настройке машины регулируют угол наклона кузовов, подбирают требуемый размер отверстий сит, регулируют высоту щеток и сыпь продукта. Угол наклона ситовых кузовов регулируют, изменяя длину подвесок при помощи гаек. Для изменения высоты щеток поднимают или опускают направляющие. По мере изнашивания щеток направляющие перемещают вверх.

В процессе работы машины возможны появления стука в приводном механизме, вызванного неотбалансированностью, перекосом приводного вала и тяг, смещением груза, выходом из строя подшипников. Для устранения стука проверяют положение и крепление грузов, затяжку болтов, устраняют перекосяк тяг и вала, заменяют подшипник. Подсос продукта устраняют заменой порванных сит или ликвидацией зазоров между ситовой рамой и корпусом. При недостаточной очистке сит поджимают очистители.

### **ШЕЛУШИЛЬНЫЙ СТАНОК 2ДШС-3**

Двухдековый шелушильный станок 2ДШС-3 предназначен для шелушения зерна проса или гречихи. В станке происходит удаление цветочных оболочек с проса или гречихи при воздействии на них трех рабочих поверхностей, одна из которых — вращающийся валок, а две другие — неподвижные деки. Станок объединяет два процесса шелушения без промежуточного отбора продуктов шелушения.

Завод-изготовитель поставляет станок в двух вариантах:

2ДШС-3А, настроенный на шелушение проса;

2ДШС-3Б, настроенный на шелушение гречихи.

Для заводов, работающих по взаимозаменяемой схеме переработки проса и гречихи, станок поставляют с дополнительными узлами для переналадки, что должно быть оговорено в заказе.

Узлы станка 2ДШС-3 (рис. 33) монтируют на сварной станине 3, которая одновременно является кожухом станка. Сверху станины расположен питающий механизм 10, в который входят задвижка, валик, заслонка, регистратор производительности. Задвижка 14 служит для перекрытия поступления зерна и остановки станка в случае завалов. Питающий валок, предназначенный для равномерного распределения зерна по всей ширине питающего механизма, приводится в движение через клиноременную передачу и двухступенчатый цилиндрический редуктор от рабочего валка. Станок устанавливают на заданную производительность при помощи заслонки путем поворота ручки маховика 15.

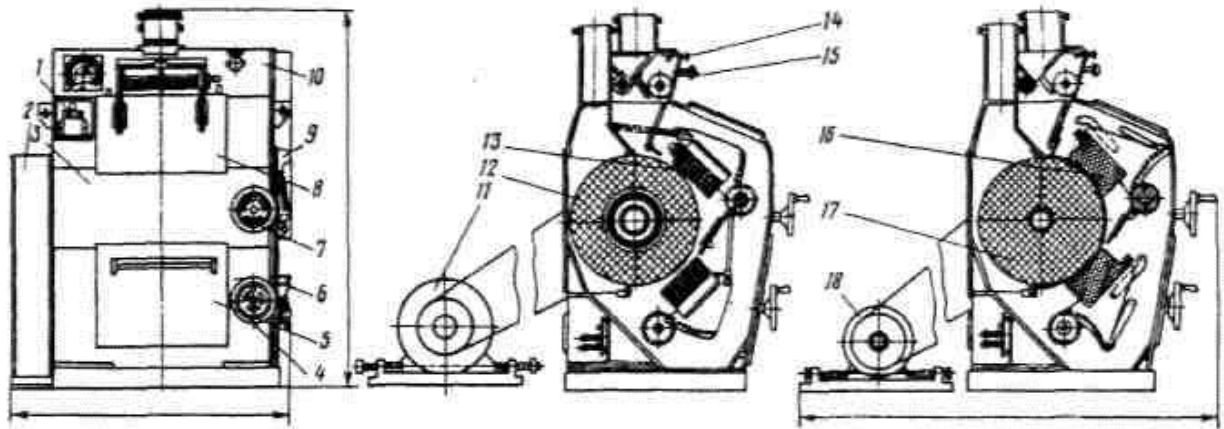


Рис. 33- Шелушильный станок 2ДШС-3: 1 — пульт управления; 2 — ограждение; 3 — станина; 4, 7 — штурвалы; 5, 8 — дверки; 6, 9 — рычаги управления; 10 — питающий механизм; 11, 18 — электродвигатели; 12 — абразивный валок (валец); 13 — резиновая дека; 14 — задвижка; 15 — ручка маховика для регулирования производительности; 16 — песчаниковая дека; 17 — песчаниковый валок (валец).

При шелушении проса ставят абразивный валок 12, набранный из трех абразивных кругов ПП600х150х305 и одного ПП600х200х305. Вращение валку передается через клиноременную передачу шестью ремнями типа В от электродвигателя 11 мощностью 22 кВт, смонтированного на салазках вне станка. Передача закрыта ограждением 2. при шелушении гречихи ставят валок 17 из монолитного песчаника. Вращение валку передается через клиноременную передачу двумя ремнями типа В от электродвигателя мощностью 5,5 кВт. В станке установлены две деки: верхняя и нижняя. Зазор между валками и деками регулируют штурвалами 7 и 4 через червячный редуктор.

Для шелушения проса и гречихи применяют разные декодержатели как по конструкции, так и по кинематике подвески их в станине. При шелушении проса в декодержатель устанавливают резинотканевую деку, набранную из специальных пластин, при шелушении гречихи — песчаниковую.

*Продукт, подлежащий шелушению, из приемного устройства по направляющему лотку поступает в первую рабочую зону между валком и первой декой и далее по второму направляющему лотку во вторую рабочую зону между валком и второй декой, после чего выводится из станка. Пробы после первой и второй дек отбирают через люк.*

При пуске станка после ремонта или замены дек необходимо перекрыть задвижкой 14 поступление зерна и вывести ручкой маховика 15 шкалу регистратора производительности на 0. Штурвалами 4 и 7 прижать деки к валку, а затем рычагами 6 и 9 отвести деки в нерабочее положение («отвалено»). При этом загораются желтые сигнальные лампочки. Включив станок, надо убедиться в отсутствии посторонних шумов. При этом должна гореть зеленая сигнальная лампочка.

Открыв задвижку 14, обеспечивают подачу зерна в питающий механизм и, установив ручкой маховика 15 минимальную сыпь, приваливают рычагом 9 верхнюю деку. При этом отключается первая желтая сигнальная лампочка и включается амперметр. Далее рычагом 6 приваливают нижнюю деку. При этом

отключается вторая желтая сигнальная лампочка. Штурвалами 4 и 7 регулируют величину прижатия дек, контролируя работу станка через люк. Увеличив ручкой маховика 15 сыпь зерна, наблюдают за тем, чтобы стрелка амперметра не отклонялась за установленную отметку. После этого контролируют качество шелушения продукта после первой и второй дек. В процессе работы надо следить за показаниями амперметра и через каждый час контролировать качество шелушения продукта после первой и второй дек.

При переходе с обработки проса на обработку гречихи надо демонтировать абразивный валок, резиновые деки для проса и электродвигатель, установить в верхнее крайнее положение козырек первого направляющего лотка и снять нижнюю часть второго направляющего лотка. Установить песчаниковый валок, верхнюю и нижнюю деки для гречихи, смонтировать электродвигатель мощностью 5,5 кВт. Заменить тепловое реле и автоматический выключатель, отрегулировать конечные переключатели износа дек перестановкой хомутов механизмов регулирования через боковые люки с левой стороны станины. Заглушить на внутренних стенках станины отверстия, используя пальцы подвеса рычагов, а также отверстия крепления нижней части второго направляющего лотка, используя те же болты.

**Порядок замены дек и валков при шелушении проса** (рис. 34а). Декодержатель 4 жестко соединен с рычагами 1 в точке Б. Рычаги шарнирно связаны со станиной станка в точке А, вокруг которой происходит поворот деки. Резиновая дека 6 вставлена в обойму 5 и зажата при помощи двух болтов 2 и нажимной планки 3. Обойма прикреплена к декодержателю четырьмя болтами 7.

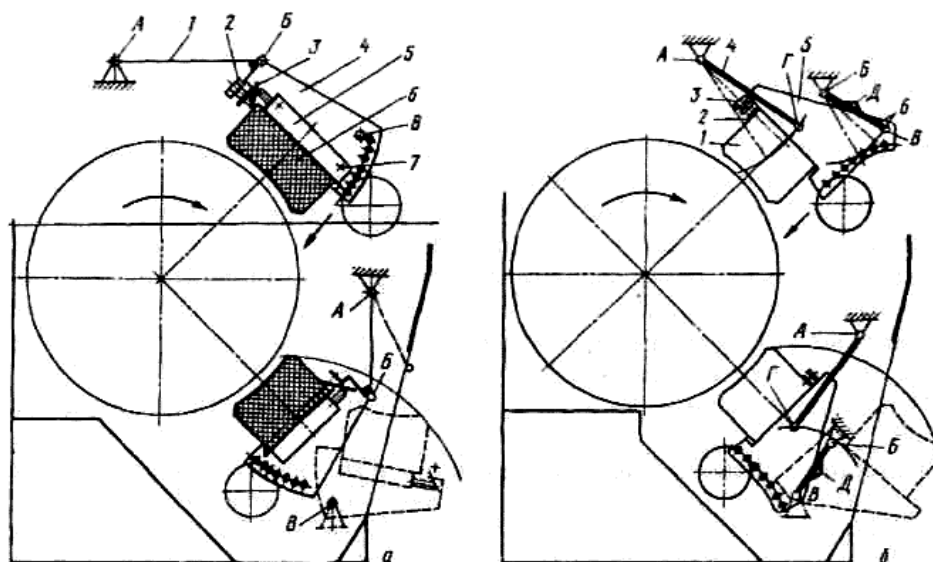


Рис. 34 - Схема подвески дек: а - станка 2ДШС-3А: 1 - рычаг; 2,7 - болты; 3 - нажимная планка; 4 - декодержатель; 5 - обойма; 6 - дека; б - станка 2ДШС-3Б: 1 - дека; 2 — нажимная планка; 3 - болт; 4, 6 - рычаги; 5 - декодержатель.

Для замены деки отключают электрическую сеть станка и снимают лицевые люки. Штурвалами 4 и 7 (см. рис. 33) отводят деку от валка настолько, чтобы точки В (см. рис. 34а) совпадали с соответствующими им отверстиями на

внутренних боковых стенках станины. Соединяют декодержатель со станиной станка специальными пальцами, которые установлены на декодержателях. Далее отсоединяют декодержатель от рычагов 1 в точке Б, рычаги прикрепляют к станине. Опрокидывают деку, как показано на рисунке пунктиром, отпускают болты 2 и вынимают деку.

Поставив новую деку, набранную из резиноканевых полос, закрепляют ее в обойме 5 при помощи нажимной планки 3 и болтов 2. Вводят декодержатель с декой в станок и соединяют с рычагами. Отсоединив пальцы, прикрепляющие декодержатель к станине, устанавливают лицевые люки и приступают к обкатке станка.

Демонтаж и монтаж валка проводят через люк в задней стенке станины с использованием специальных съемных кронштейнов. Валок можно транспортировать только тросом, зачаченным за рым-болты, специально установленные для этого на планшайбах. Срок службы валка определяется временем его износа до диаметра 500 мм.

Завод-изготовитель запасных дек и валков со станком не поставляет.

**Порядок замены дек и валков при шелушении гречихи** (рис. 34б). Декодержатель 5 шарнирно связан со станиной в точках А и Б, относительно которых происходит поворот деки. Песчаниковая дека 1 вставлена в декодержатель и зажата при помощи двух болтов 3 через нажимную планку 2.

При замене штурвала 4 и 7 (см. рис. 33) отводят деку от валка настолько, чтобы точки Д рычагов 6 (см. рис. 34б) совпали с соответствующими им отверстиями на внутренних боковых стенках станины. Отсоединяют рычаги 4 от станины в точке А и этими же пальцами присоединяют рычаги б к станине в точке Д. Опрокидывают деку, как показано на рисунке пунктиром, отпускают болты 3 и вынимают деку. Поставив новую деку, закрепляют ее в декодержателе при помощи нажимной планки 2 и болтов 3, затем вводят декодержатель с декой в станок. Разъединяют пальцы, прикрепляющие рычаги б к станине, и соединяют рычаги 4 со станиной в точке А.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### Машины для производства комбикормов

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

1. Лабораторное оборудование по способам очистки и сортирования: триер, решетный стан, пневматический классификатор зерна.

2. Плакаты.

##### ▪ Цель и задачи работы

1. Изучить устройство машин для гидротермической обработки и измельчения сырья при производстве комбикормов, машин для дозирования, смешивания и прессования комбикормов.

2. Изучить подготовку к работе рассмотренного оборудования.

##### ▪ Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машины для гидротермической обработки зерна АСК-5.

2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе молотковой дробилки.

3. Изучить назначение, устройство и подготовку к работе весового дозатора.

4. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе двухвального смесителя 2СМ-1.

5. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе пресс-гранулятора..

#### ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ:

Записать в рабочей тетради

1. Назначение рассматриваемого оборудования.

2. Устройство и процесс работы оборудования.

3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

2. Оборудование для производства муки и крупы: Справочник / сост. Демский А.Б. , Борискин М.А., Веденьев В.Ф., Тамаров Е.В., Чернолихов А.С. – СПб. Изд-во «Профессия», 2000. – 624с., ил.

3. Байкин.В., Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Афанасьев А.С. Технологическое оборудование для переработке продукции растениеводства/ Под ред. А.А. Курочкина. – М.: КолосС, 2007. – 445с.



## АППАРАТЫ ДЛЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Аппарат для пропаривания зерна А9-БПБ относится к оборудованию с периодическим циклом работы и предназначен для гидротермической обработки зерна крупяных культур (гречихи, проса, овса, пшеницы, риса). Особенностью аппарата является наличие командного прибора, позволяющего вести технологический процесс автоматически по заданной программе.

Аппарат состоит из корпуса 3 (рис. 35), смонтированного на сварной станине, загрузочного затвора 4, разгрузочного затвора 1 и пульта управления 8.

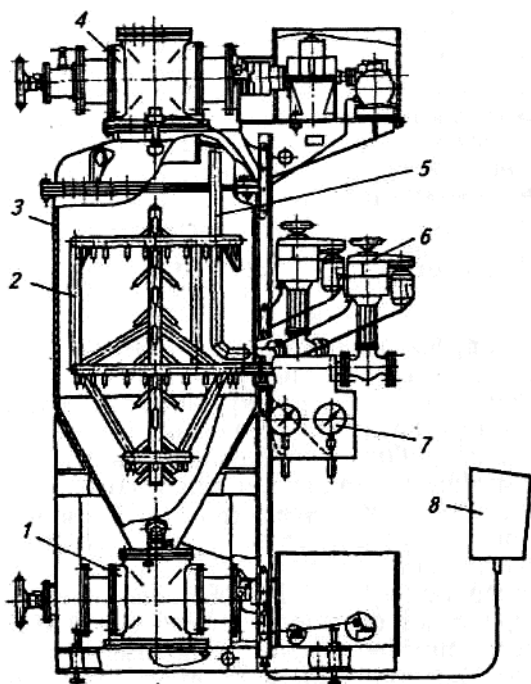


Рис. 35 - Аппарат А9-БПБ для пропаривания зерна крупяных культур: — разгрузочный затвор; 2— змеевик; 3— корпус; 4— загрузочный затвор; 5— колено; 6— вентиль; 7— манометр; 8— пульт управления

Корпус аппарата представляет собой вертикальный сварной сосуд с цилиндрической обечайкой, сферической крышкой и коническим днищем. Внутри корпуса расположены змеевик 2, равномерно распределяющий пар, и колено 5 для сброса давления. Змеевик состоит из трех горизонтальных трубчатых колец с отверстиями, обращенными вниз. Чтобы через отверстия в змеевик не попадало зерно, они защищены патрубками. В центральной части корпуса установлена вертикальная труба с парораспределяющими патрубками, направленными под углом вниз. Для равномерного распределения пара в зерне вертикальная труба и горизонтальные кольца также соединены между собой трубами. К среднему кольцу приварен патрубок, через который из паровой магистрали подается пар.

На сферической крышке и коническом днище смонтированы соответственно загрузочный 4 и разгрузочный 1 затворы, выполненные в виде пробковых кранов. Для поворота затворы снабжены самостоятельными приводами, управление которыми осуществляется с помощью командного прибора.

На паровой магистрали установлены манометры 7 и вентили 6 для подачи пара и сброса давления. На сферической крышке корпуса смонтирован предохранительный пружинный клапан.

Электрооборудование аппарата А9-БПБ состоит из двух электродвигателей мощностью 1 кВт каждый; конечных выключателей, фиксирующих поворот пробок

затворов на  $90^\circ$ ; сигнализатора уровня, контролирующего верхний и нижний уровни зерна при загрузке и выгрузке аппарата, а также двух вентилях с электроприводами для подачи и выпуска пара. На пульте управления установлены командный прибор, пусковая, защитная и сигнальная аппаратура.

Аппарат может работать в двух режимах: ручном и автоматическом.

Ручной режим предназначен для наладки аппарата и доработки продукта в аварийных ситуациях и при отказе автоматики.

В автоматическом режиме командный прибор обеспечивает последовательное выполнение следующих операций: открытие и закрытие вентиля для подачи пара в аппарат, затвора для загрузки зерна в аппарат, вентиля для выпуска пара и снижения давления, а также затвора для выпуска зерна.

Технологический процесс аппарата А9-БПБ включает в себя загрузку зерна, его пропаривание в течение 1...6 мин в зависимости от вида обрабатываемого сырья и выгрузку.

### СКОРОСТНОЙ КОНДИЦИОНЕР АСК-5

Скоростной кондиционер АСК-5 представляет собой два практически самостоятельных аппарата: аппарат скоростного кондиционирования типа АСК-5 и влагосниматель (вискатор) типа В-5.

Аппарат скоростного кондиционирования типа АСК-5 — непрерывного действия, шнекового типа, с автоматической системой регулирования температуры нагрева зерна и автоматической системой защиты от перегрузки. Аппарат выполнен в виде двух винтовых шнеков, соединенных последовательно и расположенных один под другим: один нагревательный 13, другой контрольный 11 (рис. 36).

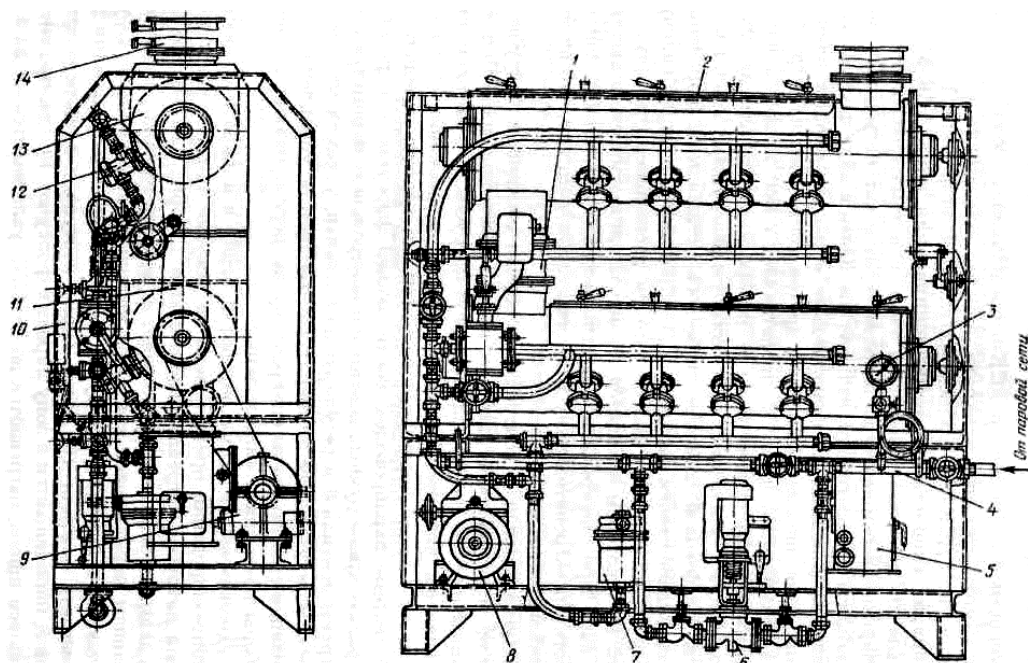


Рис. 36. Аппарат скоростного кондиционирования АСК-5: 1 — патрубок; 2 — крышка; 3 — манометр; 4 — система трубопроводов; 5 — выходной патрубок; 6 — вентиль с электромагнитным приводом; 7 — конденсатоотводчик; 8 — электродвигатель; 9 — червячный редуктор; 10 — станина; 11 — контрольный шнек; 12 — форсунка; 13 — нагревательный шнек; 14 — приемный патрубок

Нагревательный шнек 13 представляет собой желоб, в котором смонтирован вал с питателем и поворотными лопатками. Желоб сверху закрыт крышкой 2, через которую разгружают шнек в случае завала. На боковой поверхности желоба установлены форсунки 12, а около задней стенки смонтировано устройство для защиты аппарата от перегрузки (завала). Над питателем расположен приемный патрубок 14, в котором находятся элементы автоматического выключения пара при прекращении подачи зерна. Контрольный шнек 11 аналогичен нагревательному и отличается от него тем, что не имеет приемного патрубка и питателя.

Нагревательный и контрольный шнеки соединены патрубком 1, в котором установлены датчики контрольных приборов. Под контрольным шнеком находится выходной патрубок 5, в котором также установлены датчики. Шнеки приводятся в движение от электродвигателя 8 через червячный редуктор 9 и цепную передачу.

В системе паропроводов, соединяющей форсунки с паровой магистралью, кроме ручных вентилях и контрольного манометра предусмотрены вентиль 6 и регулирующий клапан, управляемые автоматическим регулятором температуры. На пульте управления и сигнализации смонтированы аппараты пуска, регулирования, вторичные приборы контроля и сигнализации.

Технологическая схема обработки зерна в аппарате скоростного кондиционирования представлена на рисунке 37.

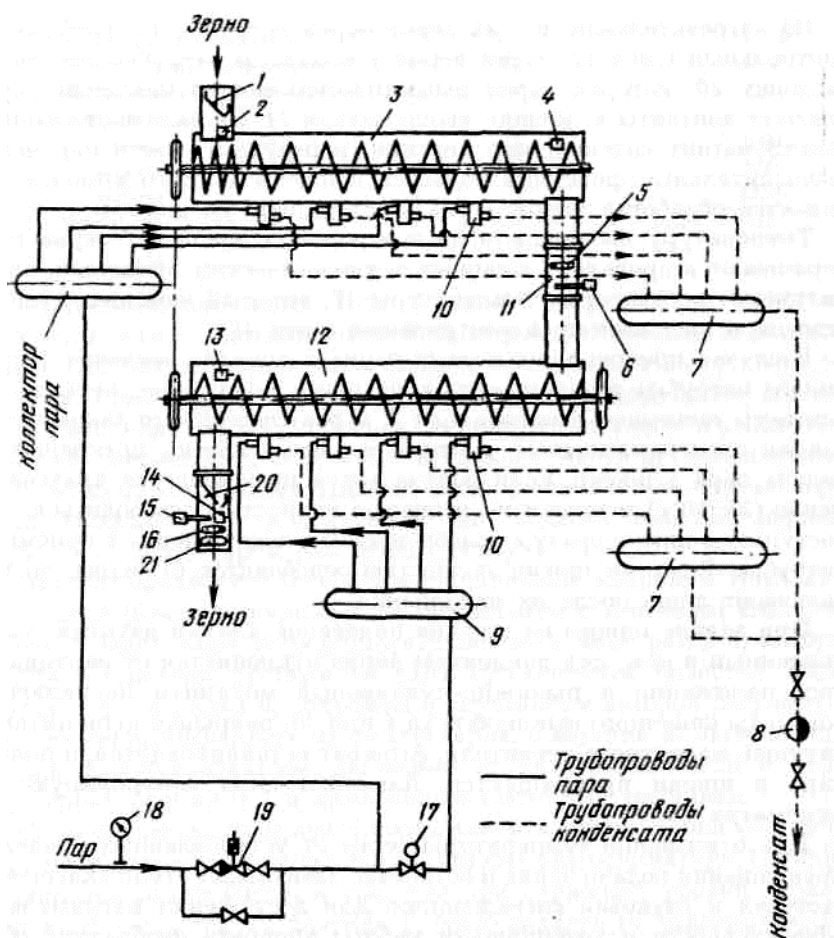


Рис. 377. Технологическая схема аппарата АСК-5: 1, 20 — заслонки; 2, 4, 13, 14 — конечные выключатели; 3 — нагревательный шнек; 5, 16 — датчики манометрических электроконтактных термометров; 6, 15 — датчики термометров сопротивления; 7 — коллекторы конденсата; 8 — конденсатоотводчик; 9 — коллектор пара; 10 — форсунка; 11 — патрубок; 12 — контрольный шнек; 17 — автоматический регулятор температуры; 18 — манометр; 19 — вентиль с электромагнитным приводом; 21 — датчик регулятора температуры

Поступая в приемный патру-

бок нагревательного шнека 3, зерно влажностью около 14% давит на заслонку 1, отклоняет ее и через рычажно-кулачковый механизм переключает контакты конечного выключателя 2, установленного в приемном патрубке, подготавливая цепь питания электромагнита вентиля 19. Далее зерно поступает в нагревательный шнек 3, перемещается в зону паровых форсунок 10, где, продвигаясь вдоль оси шнека, нагревается до 45-55°C, увлажняется на 2% паром и перемещается лопатками.

Из нагревательного шнека зерно через патрубок 11 поступает в контрольный шнек 12. Затем зерно в выходном патрубке отклоняет заслонку 20, которая через рычажно-кулачковый механизм переключает контакты конечного выключателя 14. Он включает главный электромагнит соленоидного вентиля, в результате чего пар через распылительные форсунки подается в шнеки. С этого момента начинается обработка паром зерна, проходящего по шнекам.

Температуру выходящего из контрольного шнека 12 зерна поддерживают в пределах, заданных технологическим процессом, автоматически регулятором температуры 17, который изменяет количество пара, подаваемого в контрольный шнек 12.

В случае прекращения подачи зерна в аппарат заслонка 1 приемного патрубка возвращается в исходное положение, переключая контакты конечного выключателя 2, в результате чего закрывается клапан электромагнитного вентиля и автоматически прекращается подача пара в шнеки. Если подача зерна прекращается кратковременно (25-30с) и шнеки не успевают полностью освободиться, пар поступает в шнеки сразу с возобновлением подачи зерна в приемный патрубок. Если же шнеки полностью освободятся от зерна, то пар включают лишь после их наполнения.

При завале одного из шнеков подвесной клапан датчика, установленный в нем, под давлением зерна отклоняется от вертикального положения и рычажно-кулачковый механизм переключает контакты конечного выключателя 4 или 13, разрывая цепь питания катушек магнитного пускателя. Аппарат останавливается, и подача пара в шнеки прекращается. Давление пара контролируют по манометру 18.

При отклонении температуры зерна от установленных пределов, прекращении подачи зерна и остановке электродвигателя включается световая и звуковая сигнализации. Для достижения максимальной эффективности и устойчивости работы аппарата необходимо обеспечить непрерывную и равномерную подачу зерна при стабильном давлении пара.

### **ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ИЦ-1**

Измельчитель центробежный ИЦ-1 предназначен для измельчения зерновых продуктов на предприятиях мукомольной и комбикормовой промышленности.

Для производства муки измельчители могут применяться как в сочетании с вальцовыми станками, так и отдельно. Измельчители ИЦ-1 могут применяться для производства муки из готовых круп (гречневой, овсяной и т. п.), т. е. там, где не требуется отделять в процессе помола оболочечные частицы.

Общий вид измельчителя центробежного ИЦ-1 приведен на рисунке 38.

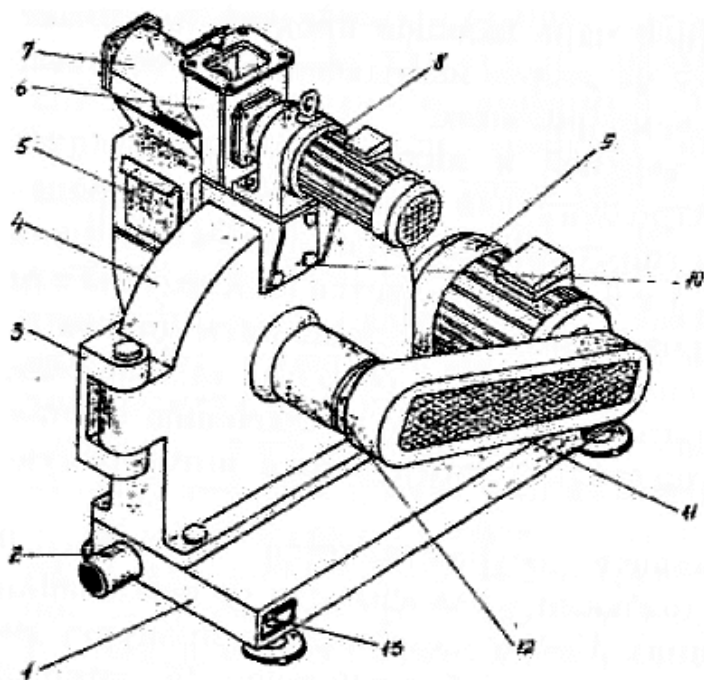


Рис.38 - **Общий вид центробежного измельчителя ИЦ-1:** 1 — сварная рама; 2 — патрубок вывода измельченного продукта; 3 — откидная дверка; 4 — корпус измельчителя; 5 — задвижка; 6 — приемно-распределительное устройство, 7 — шнековый питатель; 8 — мотор-редуктор; 9 — приводной электродвигатель; 10 — установка приемно-распределительного устройства с мотор-редуктором; 11 — ограждение клиноременной передачи; 12 — опора ротора; 13 — виброопора.

Измельчитель монтируется на стальной сварной раме 1, установленной на четыре виброопоры 13 через пластины, закрепленные к фундаменту. В верхней части измельчителя установлено приемно-распределительное устройство 6, 10, включающее шнековый питатель 7 и магнитный уловитель, который выполнен в виде двух плоских магнитов, смонтированных на наклонных скатах. Доступ в зону приемно-распределительного устройства обеспечивает задвижка 5. Литая камера 4 измельчения и ротор 12 являются основными рабочими органами измельчителя. Привод 9 ротора, смонтированного консольно в опоре станка 12, осуществляется через клиноременную передачу 11 от электродвигателя 9 мощностью 11 кВт и числом оборотов 2910 в мин. Шнековый питатель приводится мотор-редуктором 8 мощностью 11 кВт и числом оборотов на выходном

валу 90 в мин. В нижней части литого корпуса имеется патрубок 2 для вывода измельченного продукта.

Шнековый питатель (рис. 39) обеспечивает равномерную подачу продукта и состоит из мотор-редуктора 1, на валу которого закреплен шнек 2, с заслонкой 4, и корпуса 5.

Камера измельчения состоит из литого корпуса 6 и дверки 7, поджимаемой двумя маховичками. Рабочие органы измельчителя представляют собой вращающийся ротор со штифтами и неподвижный диск с такими же штифтами. Штифты изготовлены из стали со специальной термической обработкой. Ротор состоит из подвижного диска 8 с установленными на нем штифтами 9, поджимаемыми шайбами 10. Ротор насажен на вал 11 через переходник 12 и поджимается шайбой 13 и гайкой 14. Вал ротора вращается против часовой стрелки (если смотреть на вращающиеся штифты) на роликовых подшипниках 15, которые установлены в стакане 16 и закрываются двумя крышками 17. Для смазки подшипников предусмотрены две масленки 18. На конце вала установлен шкив 19, который передает крутящий момент диску ротора с помощью шпонок 20 и штифтов 21.

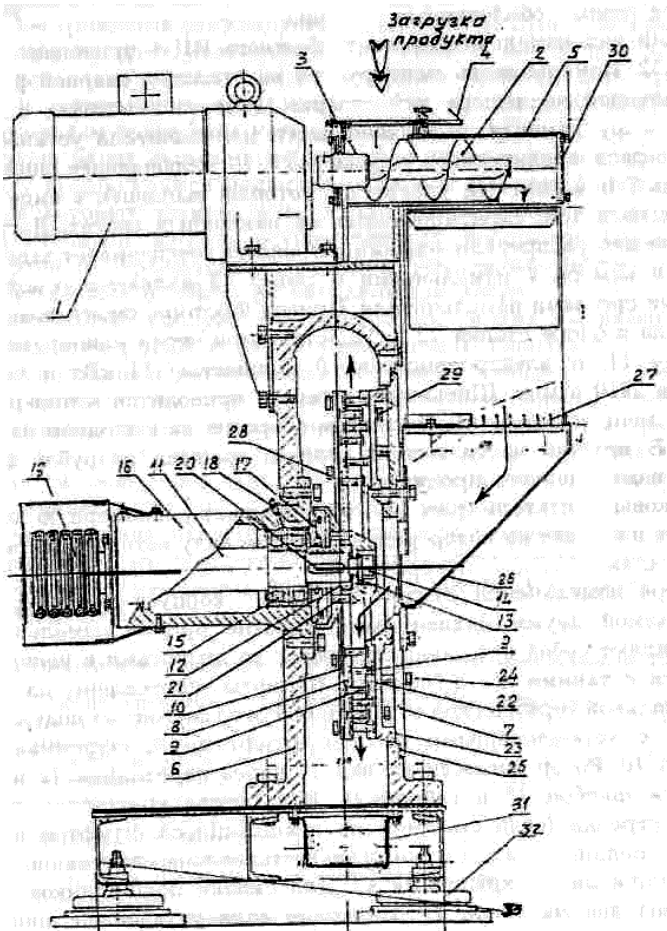


Рис. 39 - Центробежный измельчитель ИЦ-1: 1 — мотор-редуктор; 2 — шнек питателя; 3 — втулка; 4 — задвижка; 5 — корпус шнека; 6 — корпус; 7 — откидная дверка; 8 — диск ротора; 9 — пальцы (штифты); 10 — шайба; 11 — вал ротора; 12 — переходник; 13 — шайба; 14 — гайка; 15 — роликовый подшипник; 16 — стакан (опора); 17 — крышка; 18 — масленка; 19 — шкив; 20 — шпонок; 21 — штифт; 22 — неподвижный диск с пальцами (штифтами); 23 — диск; 24, 28, 29 — болт; 25 — резиновый шнур; 26 — загрузочный патрубок; 27 — решетка; 30 — стенка шнека; 31 — патрубок вывода измельченного продукта; 32 — виброопора; 33 — опорная рама

Ротор в сборе перед установкой подвергается динамической балансировке на балансировочном станке.

Неподвижный диск 22 со штифтами 9 крепится к дверке 7 через диск 23 с помощью болтов 24. Для герметизации дверки установлен резиновый шнур 25. Для подачи продукта в камеру измельчения на дверке установлен загрузочный патрубок 26.

Продукт, подлежащий измельчению, поступает в патрубок. Пропускное отверстие регулируется заслонкой 4. Шнек питателя транспортирует зерно равномерным потоком в магнитный уловитель, который задерживает металломагнитные примеси. Для предотвращения попадания в зону измельчения крупных предметов перед загрузочным патрубком установлена решетка 27.

Зерно через загрузочный патрубок 26 поступает в пространство между вращающимся подвижным диском 8 и неподвижным диском 22, на которых установлены штифты 9. Измельчение зерна в измельчительной камере осуществляется действием вращающихся штифтов и отражательным ударом ускоренных частиц о жестко установленные штифты на неподвижном диске.

Размолотый продукт центробежными силами выбрасывается из щели дисков 8 и 22 к внутренним стенкам корпуса 6.

Вращающийся ротор создает в камере измельчения завихрение воздушного потока, что способствует эффективности измельчения, охлаждению измельченного продукта и одновременно транспортировке его в патрубок выгрузки. На выходе из патрубка выгрузки создается избыточное давление, которое позволяет транспортировать измельченный продукт на небольшие расстояния.

Учитывая значительную динамическую нагрузку, обусловленную высокооборотным ротором (3950 в мин), измельчитель должен быть установлен на массивный фундамент, к которому крепятся пластины под виброопоры.

### ДОЗАТОРЫ

Дозатор многокомпонентный типа ДК предназначены для дозирования порошкообразных и мелкогранулированных ингредиентов комбикорма по заданной прибором управления программе на предприятиях по производству комбикормов, белково-витаминных добавок и премиксов.

Дозатор (рис. 6) состоит из станины, грузоприемного устройства, воспринимающего устройства, выносного блока пульта управления с индикатором текущего значения массы дозы (поставляется по особому заказу), электротензометрического весового устройства, плиты с патрубками, пневматической системы.

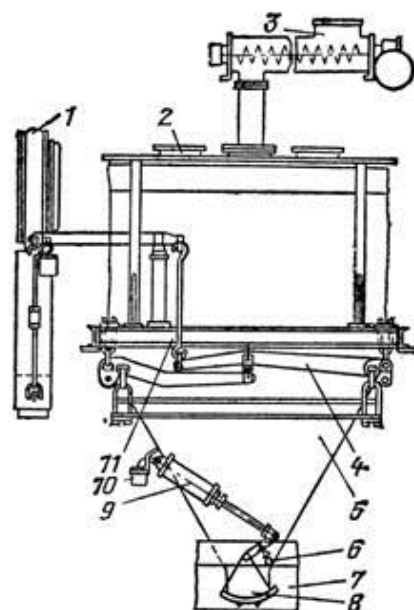
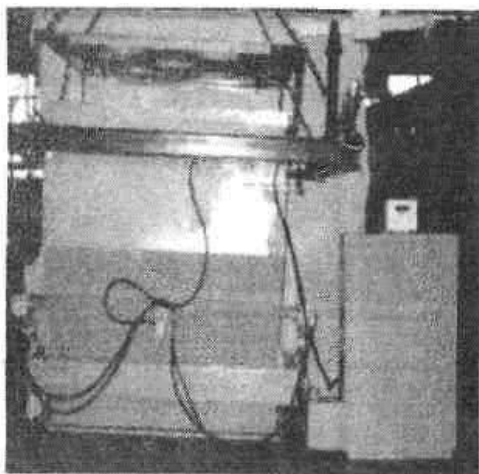


Рис.40 - Дозатор многокомпонентный весовой серии Дк  
1 – циферблатный указатель; 2 – люк для питателя; 3 – питатель; 4 – рычажная система; 5 – ковш весов; 6 – конечный выключатель; 7 – брезентовые рукава; 8 – дни-

ще; 9 – пневматический цилиндр управления секторными заслонками днища; 10 – электропневматический клапан; 11 – станина

Станина дозаторов представляет собой конструкцию, собранную из стальных швеллеров. На станине закреплены тензометрические датчики воспринимающего устройства. На раме воспринимающего устройства, опирающейся на шарики тензометрических датчиков (в нерабочем положении на домкраты опорными втулками) и зафиксированной струнками, закрепляется грузоприемное устройство. Сигнал тензодатчиков передается на электронный весоизмерительный прибор (ЭВП) пульта управления. При комплектовании ЭВП выносным блоком сигнал тензодатчиков преобразовывается в выносном блоке и передается на пульт управления в цифровом виде.

Рассмотрим порядок работы этих дозаторов на примере **автоматического весового дозатора 5-ДК-50 (рис.41)**. Каждый дозатор предназначен для дозирования группы компонентов, которые располагаются в бункерах, установленных над дозатором. Продукты в дозатор подаются с помощью питателей шнекового или роторного типа. По заданной программе в весовой бункер набирается необходимая порция различных компонентов. Набор компонентов в весовой бункер ведут последовательно. Сначала включается питатель, подающий в весовой бункер первый компонент. По достижении заданной массы компонента в бункере питатель автоматически останавливается, начинает работать питатель второго компонента и т. д. После завершения цикла бункер опорожняется, и начинается следующий цикл. Для цехов и поточных линий производительностью 8...10 т/ч и более целесообразно использовать весовые дозаторы типа АД (точность дозирования 0,5...0,1 %).

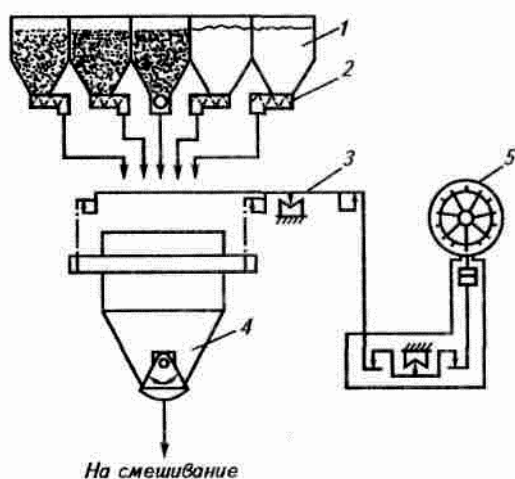


Рис. 41. Автоматический весовой дозатор 5-ДК-50: 1 - бункер компонентов; 2 - шнековый дозатор; 3 - весовой механизм; 4 - выпускное устройство; 5 - делительная головка.

## СМЕСИТЕЛИ

Смеситель СГК-1М состоит из корпуса 2 (рис.42), установленного на станине 12. Внутри корпуса вращается лопастной вал, представляющий собой трубу, на которой закреплены четыре спиральные лопасти 3, две из которых внутренние, по направлению навивки противоположные наружным. Для интенсификации процесса смешивания на валу смонтированы лопасти, наклон которых по отношению к оси вала можно регулировать в значительных пределах.



Лопастной вал установлен в выносных подшипниковых опорах 1 и 7, установленных на станине.

На крышке расположены фланец 4 для соединения смесителя с бункером группы весовых дозаторов и патрубков для аспирации.

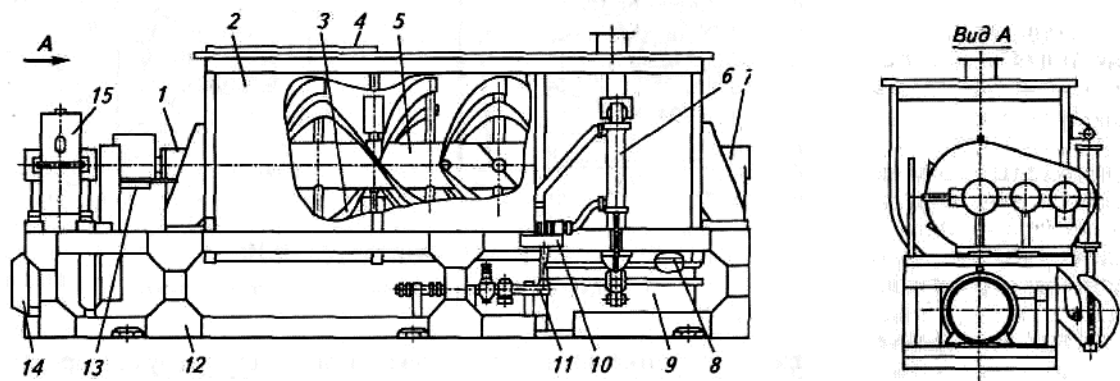


Рис. 42 - Смеситель СГК-1М: 1, 7—выносные опоры; 2— корпус; 3— спиральная лопасть; 4— фланец; 5— вал; 6— пнев-моцилиндр; 8— выпускной лоток; 9— разгрузочный бункер; 10— пневмораспределитель; 11— тройник; 12— станина; 13— муфта; 14— электродвигатель; 15— редуктор

В нижней части корпуса находится люк, который закрывается поворотной крышкой. Для управления крышкой служат командный прибор КЭП-12У, пневмоцилиндр 6, пневмораспределитель 10 и система рычагов. Пневмопривод состоит из цилиндра-воздухораспределителя, дросселя с обратным клапаном и блока подготовки воздуха (влажнителя, регулятора давления и маслоотделителя). При установке параллельно двух смесителей воздух к золотнику перепускного клапана подводится от тройника 11 пневмосистемы одного из смесителей.

Смеситель приводится в действие от электродвигателя 14 через двухступенчатый цилиндрический редуктор 15 и клиноременную передачу. Цепная муфта 13 соединяет выходной вал редуктора с передней опорой лопастного вала. Ремни натягивают, перемещая электродвигатель на салазках. Смесь выгружается через разгрузочный бункер 9, подвешенный к корпусу смесителя.

Технологический процесс в смесителе СГК-1М происходит следующим образом. От группы весовых дозаторов компоненты комбикормов поступают в смеситель самотеком через приемный патрубок.

Наружные спиральные витки лопастного вала перемещают компоненты вдоль корпуса в одном направлении, а внутренние витки — в обратном направлении, в результате чего они интенсивно и равномерно смешиваются.

Для выгрузки смеси с помощью командного прибора КЭП-12У переключается воздухораспределитель в пневмоприводе поворотной крышки. Поршень пневмоцилиндра перемещается вверх и через систему рычагов открывает крышку разгрузочного люка. Выгрузка смеси продолжается 1 мин, после чего

крышка вновь закрывает разгрузочный люк. Крайние положения поворотной крышки (открыто, закрыто) контролируются конечным выключателем.

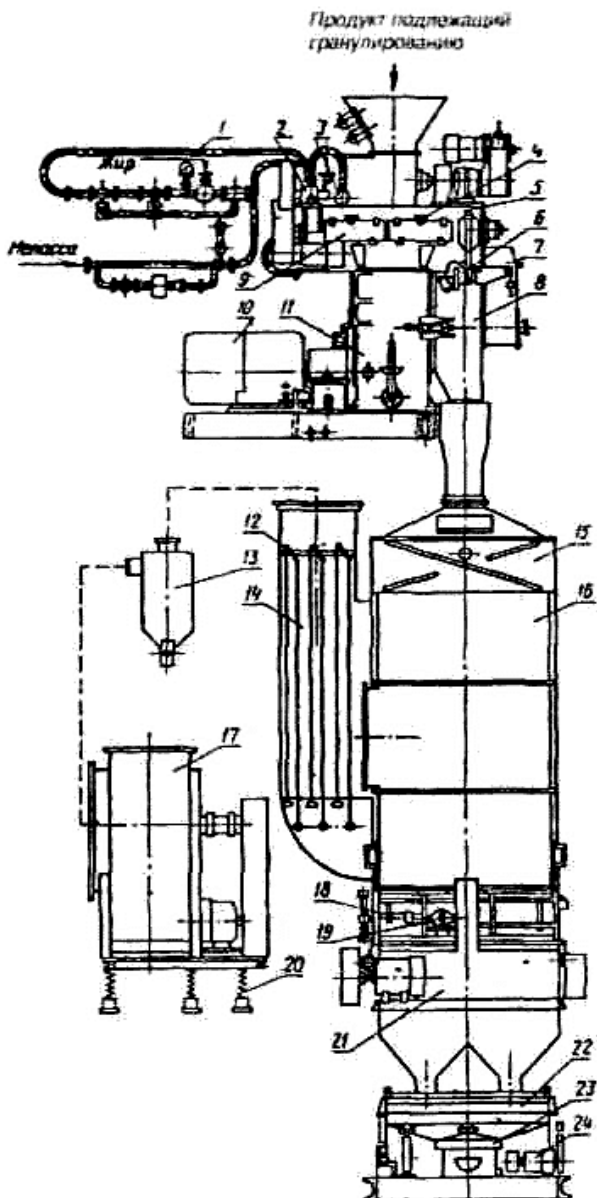
### УСТАНОВКА ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ Б6-ДГЕ

Установка Б6-ДГЕ (рис.43) предназначена для гранулирования комбикормов с вводом жидких добавок (мелассы, жира), охлаждения, измельчения и просеивания гранул или крупки. Может быть применена для гранулирования отрубей, травяной муки, шрота, отходов крупяного производства. Состоит из пресса, охладителя, измельчителя, просеивателя -и электрооборудования.

Пресс Б6-ДГЕ-1 состоит из прессующей камеры 8, питателя-смесителя 5, подъемника матриц 6 и коммуникаций пара и мелассы 1.

Питатель-смеситель имеет сварной корпус, который устанавливают над прессующей камерой. В коробе, расположенном в верхней части корпуса, находится шнек, предназначенный для подачи и дозирования рассыпных комбикормов в смеситель.

Изменяя скорость вращения шнека, можно регулировать количество компонентов, подаваемых в смеситель.



В верхней части корпуса расположено окно для загрузки продукта и люк для доступа в машину. В торцевой части корпуса имеется съемный фланец, служащий для монтажа и демонтажа шнека. На противоположном от привода конце вала шнека установлена звездочка, от которой через цепные передачи осуществляется привод дозатора мелассы и дозатора жира. Дозаторы мелассы и жира подают продукт через гибкие рукава в форсунки 3, туда же поступает пар для распыления жидких добавок.

Рис.43. Установка Б6-ДГЕ: 1 — коммуникации; 2 — дозатор мелассы; 3 — форсунки; 4 — конечный выключатель; 5 — питатель-смеситель; 6 — подъемник матриц; 7 — воронка; 8 — прессующая камера; 9 — крышка; 20 — электродвигатель; 11 — редуктор; 12 — заслонка; 13 — батарея циклонов; 14 — воздухопровод; 15 — приемный бункер; 16 — охлаждающая колонка; 17 — вентилятор; 18 — механизм выгрузки; 19 — мотор-редуктор; 20 — виброизолирующие опоры; 21 — измельчитель гранул; 22 — просеиватель; 23 — редуктор; 24 — электродвигатель

В нижней части корпуса на подшипниках установлен вал смесителя с поворотными лопастями. Вал смесителя приводится во вращение от электродвигателя, укрепленного на кронштейне прессующей камеры, через клиноременную передачу.

На задней стенке питателя-смесителя расположен коллектор для подвода пара.

В зоне выхода продукта из питателя-смесителя установлен термометр сопротивления, предназначенный для автоматического регулирования подачи пара в смеситель в зависимости от температуры увлажненного паром продукта.

На передней стенке корпуса имеются два люка, которые служат для очистки внутренней полости. Люки закрыты крышками 9. Над крышками установлены конечные выключатели 4, отключающие привод смесителя при открывании крышки, что обеспечивает безопасность обслуживания пресса. Для этой же цели служит конечный выключатель, расположенный у окна выгрузки. Он позволяет включать пресс только в том случае, когда прессующая камера закрыта дверкой и питающая воронка прессующей камеры примыкает к окну выгрузки. У предохранительной муфты вала шнека также установлен конечный выключатель, отключающий привод питателя при перегрузках.

Дозаторы мелассы и жира имеют одинаковую конструкцию и предназначены для подачи необходимого количества жидких компонентов в рассыпные комбикорма перед их гранулированием. Для предотвращения застывания жира в камеру корпуса дозатора жира подводят пар для обогрева.

Привод прессующей камеры состоит из электродвигателя 10 и редуктора 11, соединенных между собой упругой втулочно-пальцевой муфтой и закрепленных на общей литой раме.

Вторая ступень редуктора приводит во вращение ведомый вал-планшайбу. Это полый вал, опирающийся на подшипники. В редуктор встроены механизм переключения скоростей, поэтому ведомый вал-планшайба и закрепленная на нем матрица могут вращаться со скоростью 220 или 336 об/мин. Повышенная скорость позволяет увеличить производительность пресса при выработке гранул диаметром 4,7 мм.

Матрицу укрепляют на планшайбе четырьмя секторами с помощью болтов. К торцу матрицы болтами крепят корпус, подающий продукт. Внутри матрицы устанавливают три прессующих ролика таким образом, чтобы при вращении матрицы они также вращались.

Зону прессования закрывают дверкой, закрепленной на корпусе редуктора шарнирами. К дверке на шарнире и при помощи прижима крепят воронку 7, через которую в прессующую секцию подается продукт из смесителя.

В дверке устанавливают два ножа для срезания гранул. На торцевой стенке дверки расположены люки для наблюдения за положением ножей при их регулировании. В нижней части дверки предусмотрено окно для выхода продукта. В верхней ее части находится патрубок, подсоединяющийся к линии аспирации, для удаления пара из зоны прессования.

Подшипники прессующих роликов и передний подшипник осей смазываются автоматически при помощи насоса.

На боковой стенке смесителя на специальном кронштейне установлен подъемник матриц.

Коммуникации пресса включают линии подачи пара, мелассы и жира в смеситель. В линии подачи пара находится клапан, автоматически регулирующий количество подаваемого в смеситель пара в зависимости от температуры продукта на выходе из смесителя и автоматически отсекающий подачу пара при отсутствии рассыпных комбикормов в бункере над прессом и при аварийной остановке электродвигателей пресса Бб-ДГЕ-1.

Предусмотрена обводная линия, позволяющая работать при ручном режиме.

Перед входом в смеситель расположен сепаратор для очистки пара от влаги.

Линия подачи жира включает в себя установку для изменения расхода жира УИГЖ.

В линии подачи мелассы установлен индукционный расходомер. Охладитель Бб-ДГЕ-II предназначен для охлаждения гранул, поступающих из пресса.

Колонка охладителя имеет сборно-сварную конструкцию. В верхней части расположен приемный бункер 15, закрытый крышкой. На стенках бункера установлены два измерительных преобразователя уровня.

Внутри бункера расположен гребень, разделяющий поток гранул на две части.

В торцовой стенке колонки крепят воздухопровод 14, разделенный на три части. В зоне отсоса воздуха в воздухопроводе установлены заслонки 12, обеспечивающие равномерный поток воздуха при охлаждении по всей высоте колонки.

В начале и в конце работы, когда охладитель полностью не заполнен гранулами, необходимо закрыть заслонки.

В нижней части колонки расположен механизм выгрузки 18. Он имеет сварной корпус, внутри которого находится каретка. Привод каретки осуществляется от мотор-редуктора 19, установленного на кронштейне корпуса, через рычажный механизм. Над кареткой расположен съемный бункер, в который поступают гранулы из колонки охладителя. Производительность регулируют, изменяя величину зазора между шиберами и поддонами.

Вентиляционная установка состоит из вентилятора 17, электродвигателя, клиноременной передачи. Она имеет виброизолирующие опоры 20 и соединяется с воздухопроводом охладительной колонки через батарею циклонов 13.

Измельчитель Бб-ДГЕ-III 21 предназначен для измельчения гранул в крупку заданного размера.

Просеиватель Бб-ДГЕ-IV 22 служит для контроля крупки. Его корпус одним концом опирается на эксцентриковый вал редуктора 23, а другим — на специальные пятки. Корпус установлен на раме при помощи стабилизаторов, которые позволяют совершать сложное колебательное движение, получаемое от привода.

Привод просеивателя состоит из электродвигателя 24, клиноременной передачи и редуктора 23.

Внутри корпуса установлены нижние и верхние сменные сита. Сверху корпус закрыт крышкой, которая крепится зажимами, благодаря чему сита удерживаются от вертикального перемещения.

Сита представляют собой деревянные рамы, на которые сверху и снизу натянуты сетки. Между сетками в ячейках имеются резиновые шарики для очистки сит.

Продукт, поступающий в корпус через два гофрированных рукава, распределяется по ширине сит и перемещается в сторону их наклона.

Электрооборудование установки Б6-ДГЕ предназначено для ручного и автоматического управления прессом, охладителем, измельчителем и просеивателем. Электрооборудование состоит из девяти электродвигателей, панели управления, пульта управления, трех пультов местного управления, измерительных преобразователей уровня системы монтажных проводов.

В установке предусмотрены:

блокировка двигателей в направлении, обратном перемещению продукта. При этом двигатели пресса через измерительный преобразователь верхнего уровня гранул заблокированы с двигателем выгрузки охладителя;

отключение двигателя питателя с выдержкой в 30 с, главного двигателя и двигателя смесителя при отсутствии продуктов в бункере, верхнем уровне гранул в охладительной колонке, минимальном давлении пара (ниже 0,25 МПа).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

### Машины для производства растительных масел (машины для очистки масличных семян, обрушивания семян и разделения рушанки, измельчения семян и ядра)

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

1. Лабораторное оборудование по способам очистки и сортирования: триер, решетный стан, пневматический классификатор зерна.
2. Плакаты .

##### ▪ Цель и задачи работы

1. Изучить устройство машин для производства растительных масел.
2. Изучить подготовку к работе рассмотренного оборудования.

##### ▪ Порядок выполнения работы

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин камнеотделительной машины **У12-БКТ-1**
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для обрушения семян и разделения рушанки (обрушивающей машины типа МНР, центробежной А1-МЦП и аспирационной семеновойки М2С-50) .
3. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машины для измельчения семян и ядра (вальцового станка ВС-5).

#### ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ:

Записать в рабочей тетради

1. Назначение рассматриваемого оборудования.
2. Устройство и процесс работы оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

- 1.Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН

### Камнеотделительная машина У12-БКТ-100 (рис.44

) предназначена для очистки семян подсолнечника от минеральной примеси сухим способом. Она работает в комплексе с другим оборудованием в зерноочистительных отделениях.

Машина состоит из неподвижной рамы 15, на которой установлена на пружинах 14 рама 6, на которой расположены патрубки 16 и 4 соответственно для выхода продукта и гальки, а также привод 77 и корпус 5 из стеклопластика. Привод осуществляется при помощи вибратора мощностью 0,3 кВт. В раму встроена заменяемая дека 2. Машина присоединена к системе аспирации при помощи патрубка 8 с регулировочным клапаном 1, который соединен с корпусом гибким рукавом 7. Разрежение в корпусе контролируют по манометру 10. Семена подаются через приемник 11, в котором встроены запорный клапан 12.

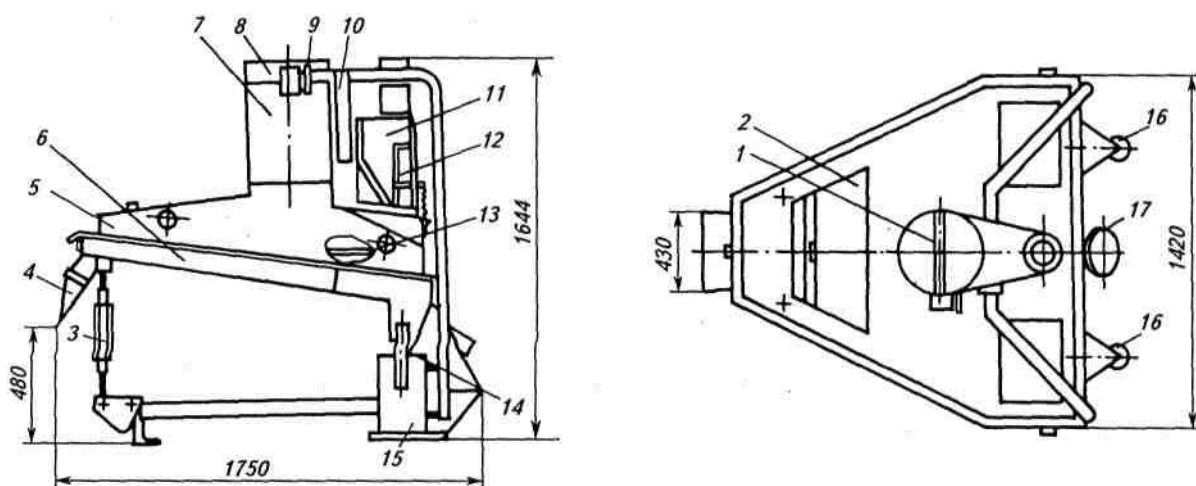


Рис.44 - Камнеотделительная машина У12-БКТ-100: 1 — регулировочный клапан; 2 — заменяемая дека; 3 — механизм регулировки; 4, 8, 16 — патрубки; 5 — корпус; 6 — рама; 7 — гибкий рукав; 9 — маховик; 10 — манометр; 11 — приемник; 12 — запорный клапан; 13 — распределитель; 14 — пружина; 15 — неподвижная рама; 17 — привод.

Машина работает следующим образом. Маслосемена поступают через приемник на сетчатую поверхность распределителя 13, продуваемую потоком воздуха и совершающую колебательные движения под углом к горизонтальной плоскости, из него — на сетчатую поверхность деки. В потоке, продуваемом снизу под определенным давлением воздуха, и при одновременном колебании рабочей поверхности продукт переходит в псевдосжиженное состояние. При этом частицы с большим удельным весом опускаются на поверхность деки, с малым — всплывают. Таким образом, продукт расслаивается. Плотность нижних слоев больше, чем верхних. Галька, которая не приподнимается подушкой воздуха, перемещается в результате колебаний деки к верхнему концу машины в зону окончательной сепарации. При помощи противотока воздуха

она отделяется окончательно от продукта и падает в патрубок 4. Очищенный продукт направляется к патрубку 16.

Угол наклона деки устанавливается механизмом регулировки 3. Амплитуда колебаний регулируется перемещением грузов вокруг вала вибратора. Скорость воздушного потока изменяют при помощи регулятора воздуха, расположенного в верхней части камнеотборника.

## МАШИНЫ ДЛЯ ОБРУШИВАНИЯ СЕМЯН И РАЗДЕЛЕНИЯ РУШАНКИ

**Бичевая обрушивающая машина типа МНР** (рис. 45), работающая на принципе многократного удара, состоит из четырех основных узлов: питающего устройства, в состав которого входит питающий бункер 4, рифленый валик 3 и регулируемая заслонка 2; бичевого барабана, на валу которого укреплены три диска 9 со ступицами и шестнадцатью стойками бичей 5; чугунной деки 1.

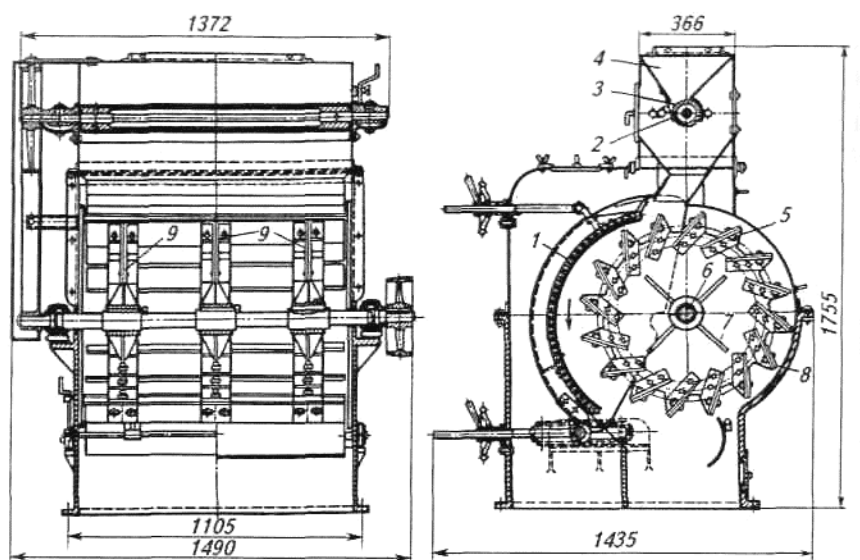


Рис. 45 - Бичевая обрушивающая машина типа МНР: 1 — дека; 2 — регулируемая заслонка; 3 — рифленый валик; 4 — питающий бункер; 5 — стойки бичей; 6 — уголок; 7 — ребра дисков; 8 — бичи; 9 — диски

Питающее устройство предназначено для приема семян со стабильной и требуемой интенсивностью и равномерного распределения их по ширине рабочей зоны машины, которая равна длине бича и составляет в бичевой рушке 972 мм. Ширина питающей точки (650 мм) от транспортера семян к рушке меньше ширины рабочей зоны, и семена распределяются рифленным питающим валиком цилиндрической формы диаметром 110 мм, который вращается с частотой 98...110 мин<sup>-1</sup>. Слой семян над валиком под действием толчков со стороны рифлей переходит в вибросжиженное состояние и растекается по всей ширине валика. Интенсивность подачи семян в рабочую зону регулируют, изменяя положение заслонки относительно поверхности валика (ширина щели).



Жесткость дисков, укрепленных на валу барабана, обеспечивается приваренными с обеих сторон ребрами. На наружной кромке каждого диска приварено 16 пар уголков под углом  $55^\circ$  к осевой линии. К этим уголкам на болтах прикреплены 16 бичей из полосовой стали толщиной 10... 12 мм и шириной 100 мм. Бичевой барабан вращается с частотой 550...630 мин<sup>-1</sup>, что при диаметре барабана по наружной кромке бичей 800 мм соответствует окружной скорости 23...27 м/с.

Бичевой барабан снаружи сбоку окружен волнистой поверхностью, называемой «декой». Она набрана из чугунных колосников, отливаемых отдельными секциями, которые имеют четыре-пять рифлей диаметром 25 мм. Зазор между бичами и декой влияет на силу удара семян об нее. В процессе работы зазор может быть отрегулирован в пределах 8...80 мм в зависимости от влажности и размера семян. Влажные семена требуют меньшего зазора, сухие — большего. Регулировку осуществляют с помощью специальных регулировочных механизмов (верхнего и нижнего).

Бичевой барабан и питающий валик приводятся от электродвигателя через ременную передачу.

*Машина работает следующим образом. Семена, поступающие в питающий бункер, валиком равномерно распределяются по ширине рабочей зоны. Поток семян, регулируемый заслонкой, попадает на наклонную плоскость в питающем бункере и далее, соскальзывая, попадает на бичи вращающегося барабана. Вращающимися бичами семена отбрасываются на рифленую поверхность дек. В результате многократных ударов бичей, ударов и трения семян о деки оболочки семян разрушаются.*

В составе рушанки при обрушивании маслосемян на бичевой семенорушке типа МНР сечки должно быть не более 15 %, недоруша 10, масличной пыли 8 %. Для выполнения этих требований влажность семян подсолнечника, направляемых в семенорушку, должна составлять 6,5...7 %.

Основной недостаток бичевой обрушивающей машины — невозможность исключения многократных ударов семян о рабочие органы машины, которые ведут к увеличению дробления ядра семян и образованию сечки и масличной пыли.

**Центробежная обрушивающая машина А1-МЦП** (рис. 46) состоит из следующих основных частей: корпуса 1, смонтированного на станине 2, питающего распределительного устройства 3, подшипниковой опоры 12, ротора, обечайки, кольцевой деки 6. Диски в сборе представляют собой ротор, укрепленный на вертикальном валу 13. Вал с ротором вращается в подшипниках 12. Два тангенциальных патрубка корпуса 1 при монтаже соединяют с двумя циклонами 8. Внутри циклонов находится цилиндрическое сито 9.

Посредством отводящих течек 10, 11 рушанка поступает на аспирационную вейку, а масличная пыль выводится из машины. Распределительное устройство 3

включает цилиндрическую камеру 20 с предохранительной решеткой 15 для улавливания крупных инородных предметов и цилиндрический патрубок 19 с прикрепленной к его внешней стороне кольцевой перегородкой 14, которая отделяет верхнюю рабочую зону ротора от нижней. В нижнюю рабочую зону воздух всасывается с помощью трубок 18. В верхнюю рабочую зону воздух всасывается через отверстия, расположенные в верхней части камеры и прикрытые карманами 17. Крупные примеси, задержанные решеткой, выводятся через отверстие, прикрытое шарнирно-прикрепленным карманом 16.

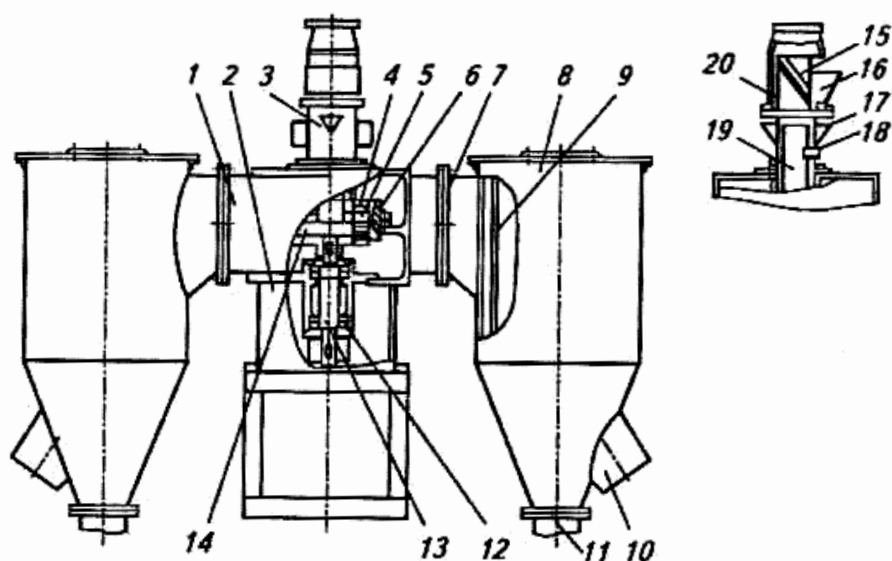


Рис. 46 - Центробежная обрубивающая машина А1-МЦП: 1 — корпус; 2 — станина; 3 — распределительное устройство; 4 — рабочие диски; 5 — направляющие каналы; 6 — кольцевая дека; 7 — тангенциальные патрубки; 8 — циклон; 9 — цилиндрическое сито; 10 — отводящая течка для рушанки; 11 — отводящая течка для масличной пыли; 12 — подшипники; 13 — вертикальный вал; 14 — кольцевая перегородка; 15 — предохранительная решетка; 16, 17 — карманы; 18 — трубка для всасывания воздуха; 19 — цилиндрический патрубок; 20 — цилиндрическая камера

*Машина работает следующим образом. Семена подсолнечника поступают на предохранительную решетку. Здесь крупные однородные примеси задерживаются, скатываются вниз и собираются в кармане. Семена, прошедшие через решетку, движутся в направлении каналов дисков верхней и нижней рабочих зон вместе со всасываемым воздухом. Из радиальных каналов семена выбрасываются на кольцевую дека. При этом происходит обрушивание семян в результате однократного направленного удара вдоль их длинной оси. Рушанка по тангенциальным патрубкам поступает в цилиндрическое сито, где из нее выделяются части масличной пыли. Просеиваясь через сито, масличная пыль поступает в пространство между цик-*

лоном и ситом и отводится по течке. Рушанка по течке поступает на аспирационную вейку.

После обрушивания рушанка поступает на разделение по фракциям: ядро, оболочка, целые семена, недоруш. Разделение рушанки основано на различии размеров и аэродинамических свойств фракций. Лузга оказывает значительно большее сопротивление воздушному потоку, чем ядро, поэтому, сначала получают фракции рушанки, содержащие частицы лузги и ядра одного размера, а затем в воздушном потоке они разделяются на лузгу и ядро.

В настоящее время получили распространение машины, разделяющие рушанку семян подсолнечника вначале по размерам на ситах, а затем в воздушном потоке по аэродинамическим свойствам: М1С-50, М2С-50, Р1-МСТ.

**Аспирационная семеновейка М2С-50** (рис. 47) состоит из двух машин: отсева 7 с круговым поступательным движением сит и вейки 25, расположенных одна над другой и соединенных между собой гибкими рукавами.

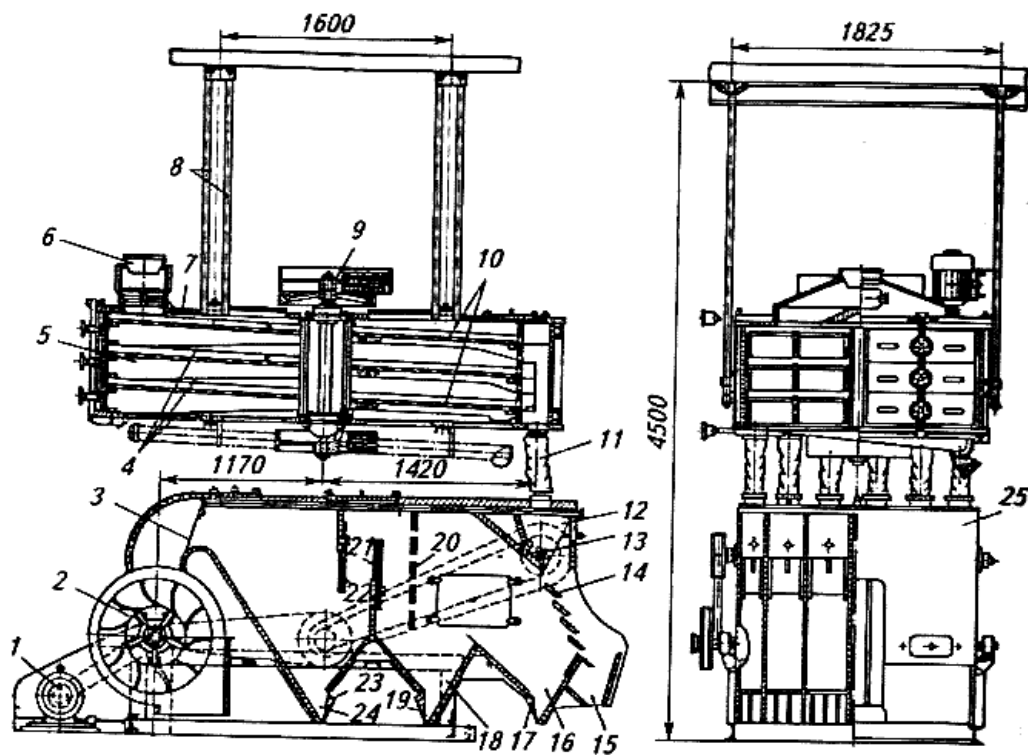


Рис.47 - Аспирационная семеновейка М2С-50: 1— электродвигатель; 2 — вентилятор; 3 — шибберный механизм; 4 — поддоны; 5 — короб; 6—приемная коробка; 7 — рассев; 8 — трос; 9 — приводное устройство; 10 — выдвигаемые сита; II — гибкий рукав; 12 — питающее устройство; 13 — подвижная заслонка; 14 — полочки-жалюзи; 15, 16, 18, 24 — конусы; 17, 19, 23 — автоматические клапаны; 20 — решетка; 21, 22 —перегородки; 25— вейка.

Рассев предназначен для разделения рушанки на несколько фракций и представляет собой деревянный короб 5, наклонно расположенных (под углом  $3...5^{\circ}$ )

направляющих которого находятся три яруса выдвижных сит. Продольная вертикальная перегородка делит короб на две половины. Под каждым ситом расположены поддоны 4 с различными наклонами: на начальных участках сит наклон поддонов противоположен наклону сит, а на конечных участках сит он совпадает с наклоном сит. Поддоны предназначены для сбора и транспортирования частиц, прошедших через сита. В отсеке применены штампованные сита с круглыми отверстиями. Размеры отверстий изменяются от яруса к ярусу, а также различаются на начальных и конечных участках сит одного яруса (рис. 48). Для улучшения просеивания на ситах устанавливают ворошители.

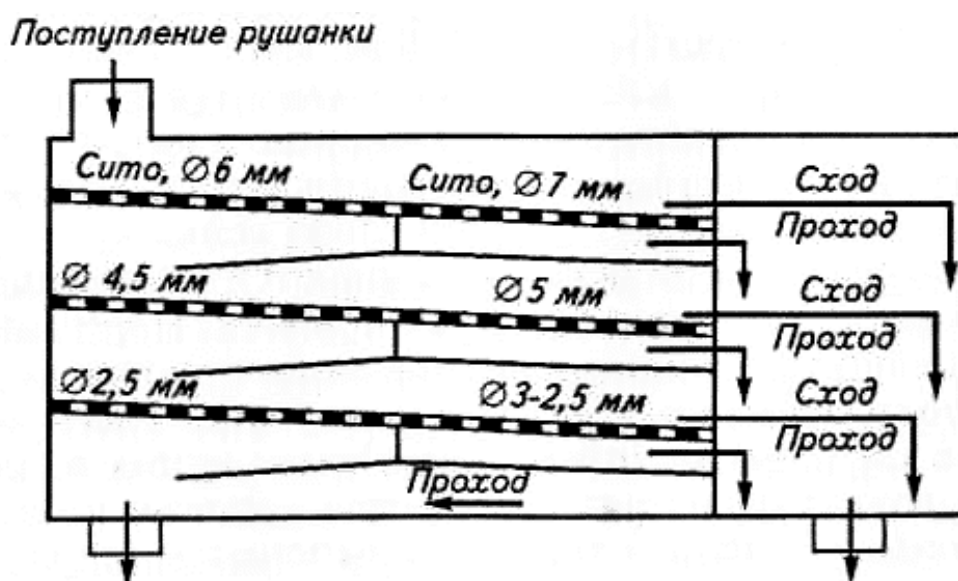


Рис. 48. Схема сит отсека аспирационной семеновейки М2С-50

Рассев подвешивают на четырех тросах 8 (см. рис.47) к потолочной раме над вейкой. Над рассевом установлена приемная коробка б с гибким рукавом для подачи рушанки, а под рассевом с противоположной стороны закреплены шесть гибких рукавов для передачи полученных в отсеке фракций в каналы аспирационной вейки.

Приводное устройство 9, установленное в центре отсека на его верхней крышке, состоит из вертикального вала, двух балансиров и шкива. В балансирах эксцентрично закреплены сменные грузы, что позволяет, изменяя массу грузов, регулировать амплитуду кругового поступательного движения отсека. Электродвигатель смонтирован на кронштейне, укрепленном на крышке корпуса отсека. От электродвигателя через клиноременную передачу вращательное движение передается вертикальному валу вместе с балансирами.

Аспирационная вейка представляет собой прямоугольный деревянный корпус, разделенный продольными перегородками на шесть каналов. Питающее

устройство 12 в виде рифленого валика и подвижной заслонки 13 размещено в верхней части корпуса под патрубками, по которым пересыпаются из отсева фракции рушанки на разделение в каналы вейки. Заслонки изготовлены индивидуально для каждого канала, а валик общий на все каналы. Под питающим устройством расположено несколько наклонных полочек-жалюзи 14, изготовленных из тонкой (толщиной 1 мм) листовой стали. Угол наклона полочек можно изменять при регулировании режима работы вейки.

В нижней части корпуса вейки расположены три конуса 16, 18, 24 с автоматическими клапанами 17, 19, 23. В нерабочем состоянии вейки клапаны-заслонки находятся в висячем положении и щели в вершинах конусов открыты. При включении вентилятора который создает разрежение в корпусе вейки, клапаны-заслонки прижимаются к противоположным стенкам конусов и перекрывают щели в вершинах конусов. По мере накопления в конусах рассортированных фракций рушанки возрастает давление на клапаны-заслонки. Когда это давление превышает статическое давление разрежения, создаваемого вентилятором, клапан открывается и накопленные в конусах частицы рушанки высыпаются в расположенные под ними транспортные шнеки. После освобождения конуса давление становится меньше статического давления разрежения и клапан-заслонка закрывается.

Скорость воздушного потока регулируют с помощью шиберного механизма 3, которым снабжен каждый из шести каналов вейки. Шиберы установлены в хвостовой части вейки непосредственно перед вентилятором, а штурвалы, регулирующие положение шибера, вынесены на переднюю часть вейки, что позволяет регулировать скорость, наблюдая за процессом сепарирования на жалюзи вейки. Решетка 20 и две перегородки 21, 22, расположенные внутри корпуса вейки, создают подобие аэродинамической трубы, в которой происходит разделение рушанки.

Каналы вейки подключены к вентилятору, который приводится в движение электродвигателем посредством клиноременной передачи. Привод питателя осуществляется от этого же электродвигателя через контрпривод.

*Машина работает следующим образом. Рушанка, подлежащая разделению, поступает через рукав в приемную коробку и далее на сита верхнего яруса. На начальном участке сита верхнего яруса имеются отверстия диаметром 6 мм, на конечном участке — 7 мм. Рушанка, попав на сита верхнего яруса, на начальном участке делится на проход через сита с отверстиями диаметром 6 мм и соответственно сход. Проход, попадая на поддон с противоположным наклоном по отношению к верхнему ситу, подводится к началу сит среднего яруса. Сход попадает на конечный участок верхнего яруса и делится на сход (частицы крупнее 7 мм, крупная лузга и необрушенные семена), поступающий через рукав в первый ка-*

*нал вейки, и проход (частицы диаметром больше 6 мм и меньше 7 мм, состоящие из лузги и чистого ядра), поступающий через рукав во второй канал вейки.*

*Сита среднего яруса на начальном участке имеют отверстия диаметром 4,5 мм, а на конечном участке — 5 мм. Сходом с этих сит идут в третий канал целое мелкое ядро, крупные частицы лузги и ядра. Проход через отверстия диаметром 4,5 мм по поддону с противоположным наклоном скатывается к началу сит нижнего яруса. Проход через отверстия диаметром 5 мм, состоящий из частиц ядра и лузги среднего размера, направляется в четвертый канал вейки.*

*Сита нижнего яруса на начальном участке имеют отверстия диаметром 2,5 мм, на конечном участке — 3 мм. Сходом с этих сит идет в пятый канал сечка ядра и лузги. Проход через отверстия диаметром 2,5 мм представляет собой седьмую фракцию, получаемую в расसेве, которая, минуя вейку, выводится из машины через течку высевного прохода непосредственно в поток ядра. Проход через отверстия диаметром 3 мм, состоящий из мелких частиц ядра и лузги, направляется в шестой канал вейки.*

*Все шесть фракций по рукавам сыплются в питающее устройство вейки и попадают на наклонные полочки. Пересыпаясь с полочки на полочку, фракции рушанки подвергаются воздействию воздуха, просасываемого в зазорах между полочками вентилятором. Легкие компоненты (преимущественно лузга) в обрабатываемых на полочках фракциях увлекаются потоком воздуха внутрь аспирационных каналов, а тяжелые компоненты (ядро, целые семена) пересыпаются с полочки на полочку и выводятся в нижнее отверстие корпуса вейки непосредственно перед полочками.*

На практике четкого отделения лузги на полочках не происходит и вместе с лузгой увлекается часть ядра. Воздушный поток вместе с увлеченными частицами попадает в расширенное сечение канала, где скорость потока воздуха падает. При этом крупная лузга и часть ядра, увлекаемые потоком воздуха, выпадают в первом конусе. Осевшая в первом конусе смесь частиц называется «перевеем». Она содержит ядро, поэтому подлежит повторной переработке. Поток воздуха с увлеченными частицами набегает на решетку. В этом же сечении расположен второй конус. Здесь в конус выпадает основное количество лузги в результате потери скорости потока в расширенном сечении, а также из-за потери скорости частицами при соударении с элементами решетки. Поток воздуха несколько раз меняет свое направление, огибая две перегородки, что способствует осаждению оставшихся частиц лузги в третьем конусе. Полностью осадить частицы из воздушного потока не удастся, и оставшаяся мелкая лузга, пройдя шиберное устройство и вентилятор, выбрасывается в воздухоочистительное устройство.

## МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЕМЯН И ЯДРА

**Вальцовый станок ВС-5** наиболее распространен на маслозаводах. Рабочими органами станка служат пять валков 3 (рис. 49) диаметром 400 и длиной 1250 мм, расположенных один над другим по вертикали. Валок представляет собой пустотелый цилиндр, по оси которого запрессован стальной вал. В процессе работы валки лежат один на другом свободно. При прохождении между ними материала зазор между валками увеличивается. Положение нижнего валка (приводного) фиксировано.

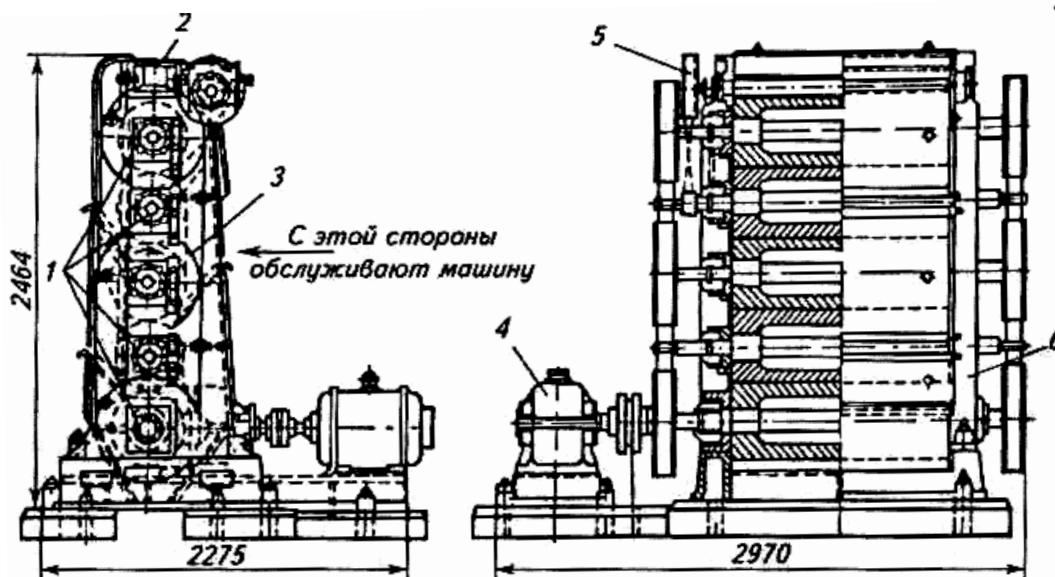


Рис. 49 - Схема пятивалкового станка типа ВС-5: 1 - корпуса подшипников; 2 — вставки; 3 — валки; 4 — двухступенчатый редуктор; 5 — ось питающего валика; 6 — вертикальные стойки

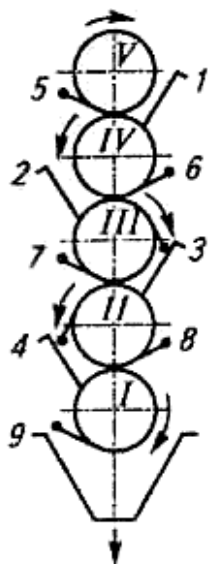
Корпуса подшипников 1 боковыми поверхностями входят в направляющие вертикальных стоек 6 станка. Четыре чугунные стойки закреплены болтами на массивной чугунной плите. Подвижность осей верхних четырех валков в вертикальном направлении обеспечивается скольжением корпусов подшипников в направляющих стоек. Поверхность двух верхних валков обычно рифленая, трех нижних — гладкая. Глубина рифлей 1,5 мм. Рифленые участки поверхности валка чередуются с гладкими, и это позволяет исключить вибрации рифленой пары при работе.

Привод валцов осуществляется от электродвигателя через муфту и двухступенчатый редуктор 4. Вращение от редуктора через муфту передается на нижний валок и от него с помощью плоскоременной передачи — третьему (среднему) и пятому (верхнему) валкам. Второй и четвертый валки вращаются за счет трения с принудительно вращаемыми первым, третьим и пятым валками. При этом частота вращения первого, третьего и пятого валков  $150 \text{ мин}^{-1}$ , а не-

приводные валки — второй и четвертый — в результате проскальзывания вращаются на  $3...5 \text{ мин}^{-1}$  медленнее.

На валу четвертого валка имеется шкив, от которого с помощью перекрестной ременной передачи вращение передается на ось питающего валика 5. Вращение валика запускается с помощью рычажного механизма, приводящего в зацепление кулачковую муфту.

Питающий валик — одна из основных частей питающего устройства, расположенного в верхней части станка. Четыре стойки станка в верхней части закреплены между собой. Правые стойки соединены с левыми в верхней, средней и нижней частях стяжными болтами. Передние стойки соединены с задними с помощью вставок 2. Питающий бункер, состоящий из передней и задней стенок, смонтирован в верхней части передних стоек. Боковые стенки питающего бункера образуют верхние части передних стоек. Внутри питающего бункера расположен питающий валик, установленный на шарикоподшипниках, с регулируемым винтами птибепом.



Направление движения потока измельчаемого материала в станке изменяют с помощью щитов 1...4 и ножей 5..9.

Направляющие щиты, изготовленные из листовой стали толщиной 4...6 мм, вставлены в пазы на стойках станка. Расположение щитов и ножей относительно валков показано на схеме (рис.50).

Рис. 50 - Схема расположения щитов и ножей пятивалкового станка: 1, 2, 3, 4— щиты; 5, 6, 7, 8, 9— ножи; I— V— валки.

Машина работает следующим образом. Ядро, направляемое на измельчение, попадает в питательный бункер, из которого при работающем питающем валике через щель между ним и шиббером широкой тонкой лентой поступает на щит и по его поверхности скользит в зазор между двумя верхними валками. Нарезная поверхность верхней пары валков обеспечивает при вращении захват самых крупных частиц маслячного материала. После прохода между валками материал попадает на второй щит, направляющий его на второй проход между четвертым и третьим валками. Далее последовательно материал, направляемый щитами, проходит между третьим и вторым и между вторым и первым валками. Измельченный маслячный материал попадает в сборный шнек мятки.

Поверхность валиков очищается с помощью ножей станка.



## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8**

### **Аппараты для влаготепловой обработки мятки, машины для извлечения масла путем прессования и методом экстракции**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Плакаты .

#### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе аппаратов для влаготепловой обработки мятки, машин для извлечения масла путем прессования и методом экстракции.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе аппаратов для влаготепловой обработки мятки.
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для извлечения масла путем прессования.
3. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машины для получения масла путем экстракции.
4. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе аппарата для обработки шрота.

#### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

#### **Литература:**

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## АППАРАТЫ ДЛЯ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МЯТКИ

**Инактиватор** устанавливают под распределительным шнеком перед чанными жаровнями форпрессовых агрегатов. Корпус шнекового инактиватора представляет собой спаренный желоб 23 (рис. 51) сварной конструкции, в котором расположены два спаренных шнека 14, 16 с противоположной навивкой, вращающихся в противоположных направлениях и находящихся в зацеплении. Такая конструкция обеспечивает самоочищение перьев шнека от налипающего материала. Каждый шнек покоится на двух концевых подшипниках 3, вынесенных из рабочей зоны. Валы шнеков 17, 18 в местах входа в рабочую зону и выхода из нее проходят через сальниковые уплотнения 4, 9.

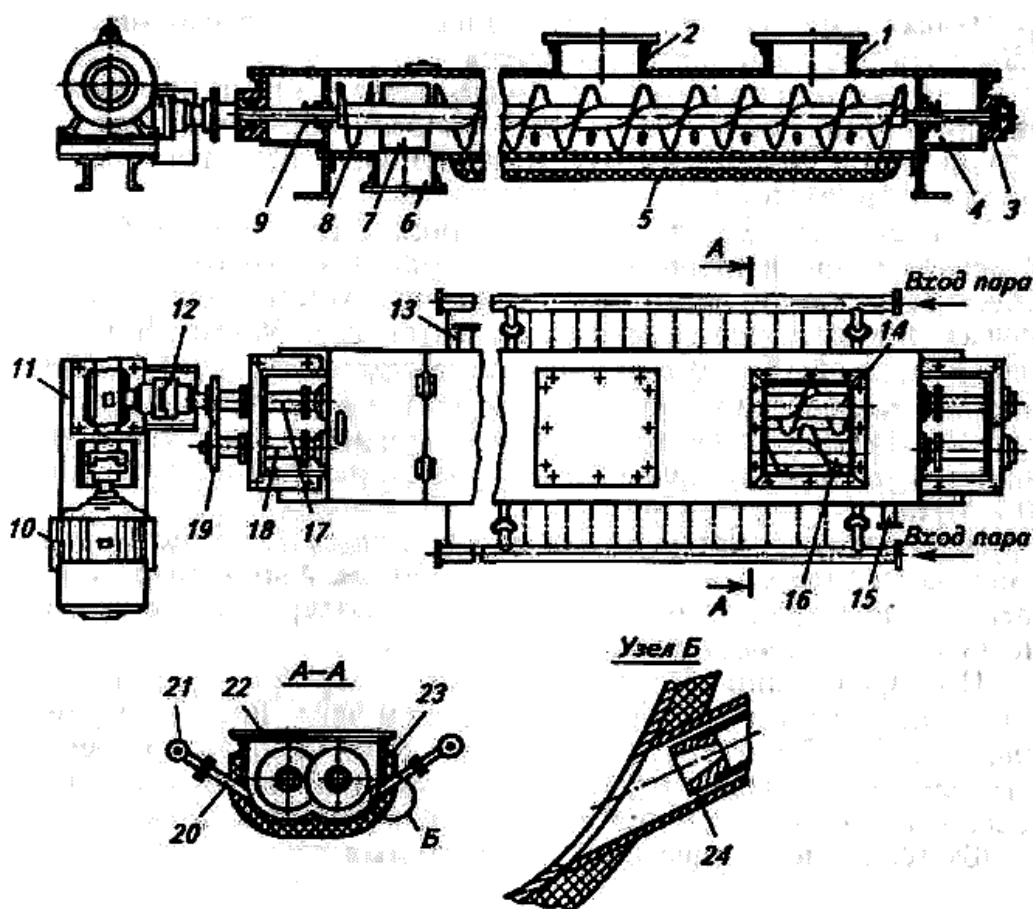


Рис. 51 - Групповой шнековый инактиватор: 1 — приемный патрубок; 2 — патрубок для выпуска избытка паров; 3 — подшипники; 4, 9 — сальниковые уплотнения; 5 — паровые трубы; 6 — выпускной патрубок; 7 — разгрузочные крыльчатки; 8 — шнек с обратной навивкой; 10 — электродвигатель; 11 — редуктор; 12 — муфта; 13 — патрубок для отвода конденсата; 14, 16 — спаренные шнеки; 15 — патрубок для подвода пара; 17, 18 — шнековые валы; 19 — зубчатая передача; 20 — форсунка; 21 — коллектор; 22 — крышка инактиватора; 23 — спаренный желоб; 24 — сопло

Острый пар в корпус подается через форсунки 20 с соплами 24. Форсунки установлены с обеих сторон желоба, и группа форсунок с каждой стороны объединена

общим коллектором 21. При работе форсунок давление пара перед ними 0,2...0,25 МПа.

На верхней крышке 22 инактиватора смонтированы два патрубка: 1 для приема исходной мятки и 2 для выпуска избытка паров из рабочей зоны инактиватора. С другого конца инактиватора по отношению к входу мятки в днище желоба расположен патрубок 6 для выпуска обработанной мятки. На шнековом валу в месте выхода материала установлены разгрузочные крыльчатки 7, а за ними шнек с обратной навивкой 8. Для обогрева желоба к его наружной поверхности приварены паровые трубы 5 с патрубками 15 и 13 соответственно для подвода пара и отвода конденсата. Шнеки приводятся во вращение от электродвигателя 10 через редуктор 11 и муфту 12. Во вращение приводится один из шнеков, второй вращается синхронно в обратном направлении через зубчатую передачу 19.

*Инактиватор работает следующим образом. Мятка подается в инактиватор через патрубок на верхней крышке и транспортируется к выходу из аппарата парой синхронно вращающихся шнеков. При этом на всем пути движения она обрабатывается струями острого водяного пара, выходящими из форсунок с соплами, расположенными в ряд с обеих сторон желоба.*

Важно обеспечить равномерное пропаривание мятки в результате равномерной подачи и транспортирования, а также равномерного и непрерывного поступления пара через форсунки. В случае изменения подачи мятки в аппарат соответственно изменяют подачу пара с помощью вентилятора. Путем строгого контроля параметров пара достигают требуемой температуры (80...85 °С) и влажности (8...9 %) мятки без увлажнения капельной влагой. Температура пара не должна быть ниже 180...200°С.

Для реализации первого этапа применяют также более простые по конструкции пропарочно-увлажнительные шнеки.

**Чанная жаровня** (рис. 52) — широко распространенный аппарат для тепловой обработки мятки.

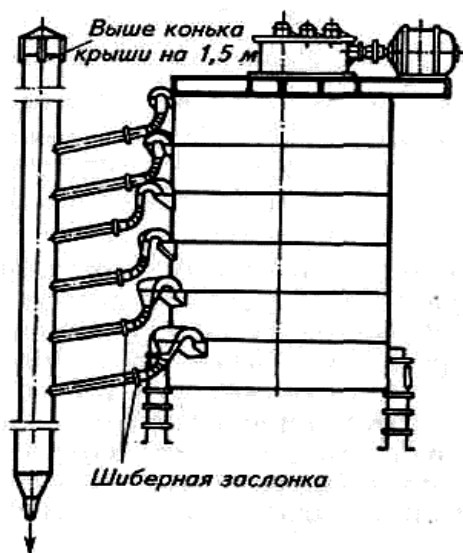


Рис.52 - Чанная жаровня

Чаще всего используют шестичанные жаровни. В них возможно проведение обоих этапов влаготепловой обработки. Для этого верхний чан используют для увлажнения, а все остальные для жарки (сушки) мятки.

Чан состоит из днища 1 и обечайки 2 (рис. 53). Сварное стальное днище изготавливают из двух дисков (верхнего и нижнего). Жесткость конструкции обеспечивается установкой анкерных связей 4 по всей площади днища с шагом 250...300 мм. Чан снабжен мешалкой. Теплота от конденсирующего в рубашке 3 водяного пара подводится к обрабатываемому в чане материалу через его стенки. В чугунных литых конструкциях чана рубашка расположена в пустотелом днище. Давление пара, подаваемого в обечайку 0,7 МПа.

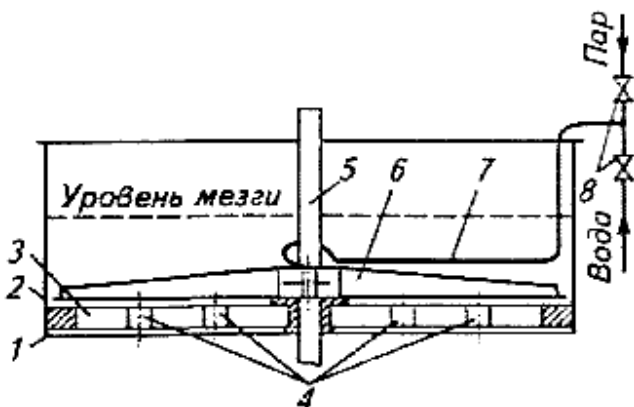


Рис. 53 - Чан жаровни: 1 — днище; 2 — обечайка; 3 — рубашка; 4 — анкерные связи; 5 — вал; 6 — мешалка; 7 — трубка; 8 — кронштейн

Для перепуска материала из чана в днищах предусмотрены перепускные отверстия размером 350 x 350 мм. Автоматический перепуск с поддержанием заданного уровня материала в чанах обеспечивают перепускные клапаны.

При проведении обоих этапов влаготепловой обработки в чанной жаровне мятку увлажняют в верхнем чане. Влага подводится через трубку 7 с отверстиями, которая размещена внутри обрабатываемого материала и крепится у стенки обечайки с помощью специального кронштейна 8, а другой конец трубки заглушён и сгибается петлей вокруг вертикального вала.

Чаны в жаровне установлены один на другом, и на крышке верхнего находится рама с приводом, включающим электродвигатель и редуктор. Вся жаровня смонтирована на трех колоннах.

Для отвода паров, образующихся при сушке мезги, в чанах жаровни предусмотрена аспирационная система, которая представляет собой трубу-стояк, соединенную индивидуально с каждым чаном. Тяга в аспирационной системе естественная.

## МАШИНЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАСЛА ПУТЕМ ПРЕССОВАНИЯ

**Маслопресс МП-68** - отечественный шнековый пресс, основными его узлами (рис. 54) является следующее.

Станина 14 выполнена литой. На станине со стороны выхода жмыха укреплен корпус упорного подшипника шнекового вала.

Шнековый вал 7 включает девять отдельных шнековых витков и переходных колец 8, собранных на оси вала и стянутых концевой гайкой, и зеерный цилиндр 9. Ось шнекового вала опирается на радиальные сферические двухрядные подшипники 16. Вращение шнековому валу передается от вала редуктора с помощью предохранительной крестовой муфты 3. Предохранение пресса от поломок при перегрузках происходит путем срезания штифтов муфты. Рядом с полумуфтой на оси шнекового вала закреплена звездочка 4 цепной передачи привода вращающейся тетки питателя 5 пресса.

Зеерная камера 9 состоит из двух половин, имеющих вертикальный разъем, что вместе с лебедкой облегчает раскрытие и закрытие зеерной камеры.

Внутри зеерной камеры имеются специальные ножи с выступами, которые препятствуют проворачиванию мезги вместе со шнековым валом.

Питатель 5 представляет собой вращающуюся трубу с неподвижными скребками, очищающими стенки от налипшего материала. Сверху корпус питателя закреплен на нижнем чане жаровни. Вращение трубе передается через цепную передачу и пару конических шестерен, одна из которых насажена на вращающуюся течку.

Механизм для изменения толщины выходящего из пресса жмыха 10 размещен в корпусе станины. Изменение величины зазора для регулирования выхода жмыха достигается перемещением кольца рычажной системы, которая через червячную передачу приводится в движение штурвалом, вынесенным на внешнюю сторону пресса.

Маслосборное устройство 15 состоит из сливного листа и сборника масла и закреплено между передней и задней стойками станины на швеллерах.

Привод маслопресса состоит из электродвигателя 1 и редуктора 2, которые соединены муфтой 3. Электродвигатель трехскоростной; изменяя число его полюсов, можно получить различную частоту вращения.

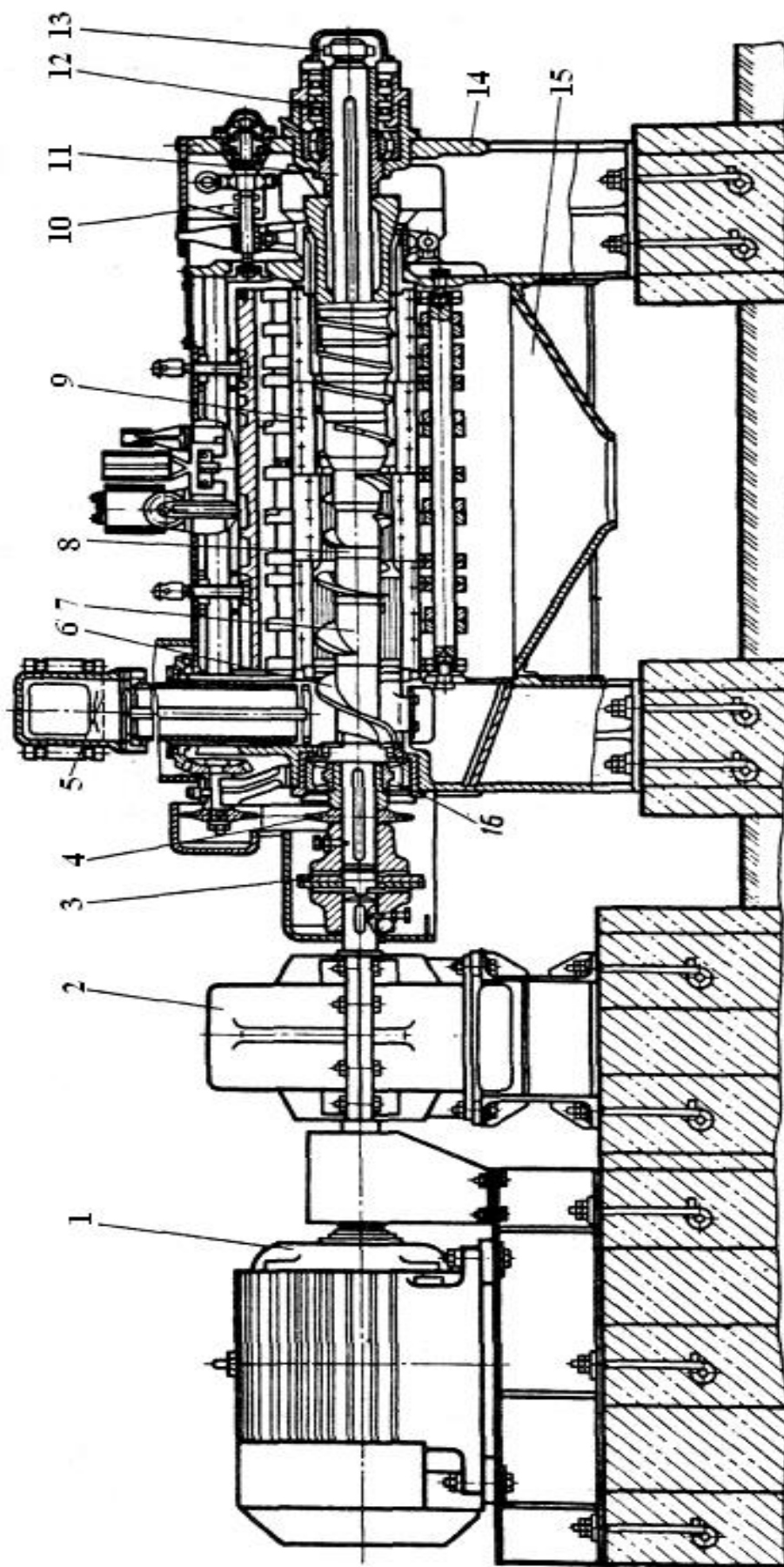


Рис. 54 - Маслопресс МП-68

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ

**Экстрактор вертикальный шнековый НД-1250** (рис. 55). Наиболее распространенными в России в настоящее время являются вертикальные шнековые экстракторы, реализующие способ экстракции погружением.

Экстрактор имеет U-образную форму. Он состоит из трех колонн: двух вертикальных (загрузочной 3 и экстракционной 12) и горизонтальной, представляющей собой передаточный шнек 2.

В обеих вертикальных колоннах также размещены шнеки 4. На загрузочной колонне расположен декантатор 6 - устройство, в котором отходящая из экстрактора мисцелла очищается путем отстаивания от основного количества крупных взвешенных в ней частиц.

В верхней части экстракционной колонны расположен механизм сбрасывателя 9, отходящего из экстрактора шрота. Шнеки всех трех колонн имеют индивидуальные приводы 1, 7, 8.

Колонны экстрактора состоят из царг с внутренним диаметром 1250 мм, которые собираются на фланцах. Наружный диаметр шнеков в загрузочной колонне составляет 1242 мм, а в экстракционной колонне и передаточном горизонтальном шнеке - 1220 мм, так как в них для предотвращения проворачивания материала вместе со шнеками на внутренней поверхности царг имеются направляющие планки 14, 15.

На верхней царге экстракционной колонны расположены патрубок 10 для выхода шрота, смотровые окна 11, люк-лаз 13.

Для подачи бензина на царгах экстракционной колонны в верхней части в патрубки вставлены на фланцах 9 самоочищающиеся форсунки. Такие же форсунки применяются в размывочной системе загрузочной колонны.

Торцы всех трех колонн экстрактора закрыты крышками, через которые проходят валы (места прохода валов уплотнены). К валам приварены витки шнеков. Толщина перьев шнеков 10 мм. В загрузочной колонне число витков шнека, находящихся в зоне растворителя, составляет 9,5. При этом шаг верхнего шнека 460 мм, а шаг остальных витков 560 мм. В передаточном горизонтальном шнеке 3,5 витка, а в экстракционной колонне - 27,5 витка.

В этих колоннах шаг шнековых витков постоянный и одинаковый - 450 мм. Поверхность перьев шнеков перфорирована круглыми отверстиями с раззенковкой, расположенной на той стороне пера шнека, которая не соприкасается с экстрагируемым материалом. Диаметр отверстий на перьях шнека загрузочной колонны составляет 8 мм, а на перьях передаточного горизонтального шнека и экстракционной колонны - 10 мм. Декантатор - цилиндр диаметром 2,2 м с конусообразным основанием, нижний диаметр которого имеет фланец для соединения с верхней партой загрузочной колонны. Верхняя крышка декантатора имеет горловину со съемной крышкой, по центру которой приварена центральная точка с наклонной питающей точкой, имеющей отверстие для входа экстрагируемого материала. На крышке декантатора также расположено смотровое окно, патрубки для выхода паровоздушной смеси.

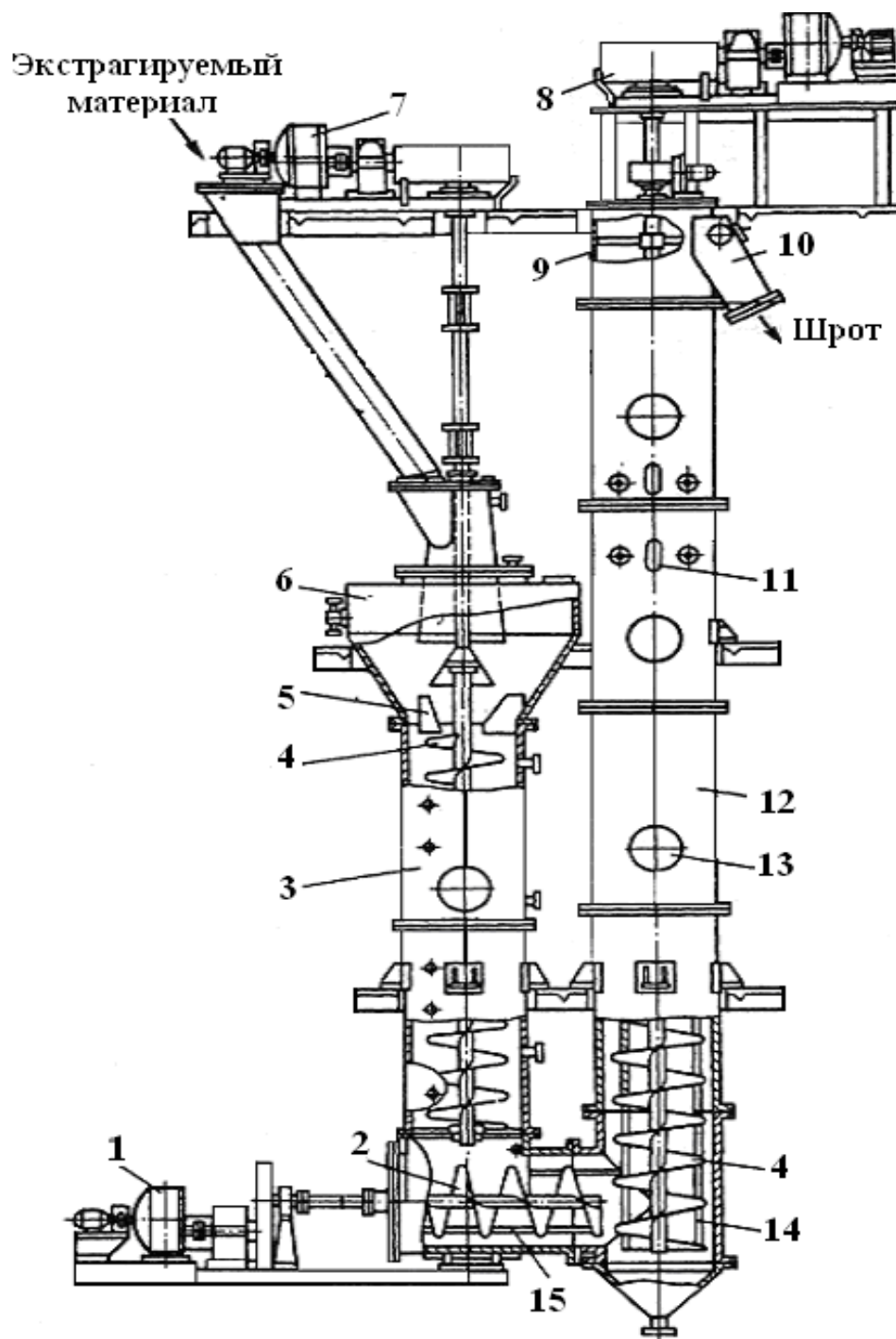


Рис. 55 - Шнековый экстрактор НД-1250

В конической части декантатора установлены радиально-ориентированные пластины, препятствующие проворачиванию материала вместе со шнеком. На верхнюю полумуфту соединения валов надет распределительный конус. На цилиндрической части декантатора установлены три патрубка для выхода мисцеллы. Экстрагируемый материал поступает в загрузочную колонну экстрактора по наклонной и центральной питающим течкам через горловину. Ма-



териал движется по течкам и в горловине, образовав опускающийся слой, соприкасается с поверхностью мисцеллы в декантаторе.

При этом частицы материала смачиваются и осаждаются, образуя фильтрующий слой в конической части декантатора. Направляющие пластины в конической части декантатора препятствуют проворачиванию слоя материала и тем самым способствуют захвату его шнеком. Шнековый вал загрузочной колонны, как и другие шнеки экстрактора, вращается по часовой стрелке и может совершать один оборот за 42-240 сек (привод загрузочной колонны снабжен вариатором). Продолжительность одного оборота передаточного горизонтального шнека - 61 сек, а шнекового вала экстракционной колонны - 72 сек. Материал, транспортируемый шнеками, вначале опускается вниз в загрузочной колонне, затем движется горизонтально в передаточном шнеке и поднимается вверх в экстракционной колонне. В верхней части экстракционной колонны проэкстрагированный материал поднимается выше уровня бензина. При этом из насыщенной массы происходит сток жидкой фазы, и шрот выходит из экстрактора с содержанием бензина 20-40 %. Вывод шрота из экстрактора осуществляется сбрасыванием в выводную течку с помощью лопастного сбрасывателя, который вращается в направлении, противоположном направлению вращения шнека с частотой 27 мин<sup>-1</sup>.

Экстрагирование масличного материала в шнековом экстракторе происходит в противотоке. Растворитель (бензин) насосом подается в верхнюю часть экстракционной колонны через форсунки и опускается вниз сплошным потоком, заполняя весь свободный объем колонны, включая пространство между частицами экстрагируемого материала. Потоком текущей жидкой фазы навстречу транспортируемому материалу заполняется свободный объем передаточного горизонтального шнека и загрузочной колонны. На всем пути по трем колоннам экстрактора жидкая фаза последовательно насыщается извлекаемым маслом, и получаемая при этом мисцелла имеет наибольшую концентрацию на выходе из экстрактора. Патрубки в декантаторе для отвода мисцеллы из экстрактора расположены ниже форсунок в экстракционной колонне, по которым подается растворитель в экстрактор. Это позволяет иметь избыточный гидростатический напор для обеспечения течения жидкой фазы по трем колоннам экстрактора от входа к выходу (реализуется принцип сообщающихся сосудов). Мисцелла, поступающая снизу в декантатор, вначале фильтруется через опускающийся слой жмыха, а затем отстаивается в расширенной части декантатора.

В результате мисцелла, выходящая из экстрактора, имеет содержание частиц экстрагируемого материала 0,4-1,0 %.

**Двухступенчатая дистилляционная установка НД-1250** состоит из предварительного пленочного дистиллятора и окончательного дистиллятора, работающего под вакуумом.

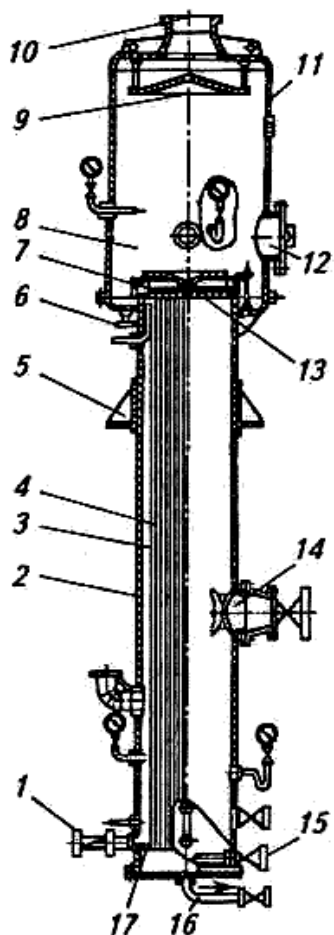


Рис. 56. Предварительный трубчатый пленочный дистиллятор: 1 — патрубок для отвода конденсата пара; 2 — корпус нагревательной секции; 3 — нагревательная секция; 4 — пучок нагревательных трубок; 5 — лапы; 6 — патрубок для отвода упаренной мисцеллы; 7 — сепаратор; 8 — сепарационная секция; 9 — каплеотражатель; 10 — патрубок для паров растворителя; 11 — корпус сепарационной секции; 12 — люк; 13, 17 — верхняя и нижняя трубные решетки; 14, 15 — патрубки для подвода водяного пара и мисцеллы; 16 — патрубок для слива мисцеллы из аппарата

Пленочный дистиллятор состоит из нагревательной секции 3 (рис.56) и сепарационной секции 8, соединенных между собой. Нагревательная секция 3 представляет собой цилиндрический корпус 2, внутри которого установлен пучок нагревательных трубок 4, развальцованных в верхней и нижней трубных решетках 13 и 17. Общая площадь поверхности нагрева 100 м<sup>2</sup>. Над

верхней трубной решеткой 13 расположен центробежный сепаратор 7, выполненный из спирально изогнутых пластин. В сепарационной секции 8 смонтирован каплеотражатель 9. Пленочный дистиллятор снабжен патрубками 14 и 15 для подвода глухого водяного пара и мисцеллы, патрубками 1 и 6 для отвода конденсата упаренной мисцеллы, паров растворителя и патрубка 76" для окончательного слива мисцеллы из аппарата. Дистиллятор смонтирован лапами 5 в перекрытиях здания в вертикальном положении.

*Предварительный дистиллятор работает следующим образом. Мисцелла, нагретая до температуры, близкой к кипению, подается через патрубок в нижнюю часть нагревательной секции. Проходя по трубкам, в межтрубное пространство которых вводится перегретый пар температурой 180...220°С, мисцелла примерно на 1/3 высоты трубок начинает кипеть. Во время кипения мисцеллы образуется большое количество паров растворителя, увлекающих ее с большой скоростью вверх в виде тонкой пленки, покрывающей внутреннюю поверхность нагретых паром трубок. Благодаря тонкому слою мисцеллы из нее быстро испаряется растворитель. Парожидкостная смесь с большой скоростью ударяется о пластины центробежного сепаратора, направляющего ее к стенке корпуса. Отделившиеся пары*

*растворителя поднимаются вверх, а механически уносимые капельки мисцеллы задерживаются каплеотражателем.*

*Далее паровой поток через патрубок 10 поступает в конденсатор.*

*Упаренная мисцелла через патрубок отводится на следующую ступень дистилляции. В греющую камеру секции через патрубок подается глухой насыщенный водяной пар давлением до 0,3 МПа.*

На первой ступени, работающей при атмосферном давлении, в пленочном дистилляторе мисцеллу упаривают до концентрации масла 60...70 %. На второй ступени в пленочном дистилляторе концентрацию мисцеллы доводят до 90...95 %, вакуум поддерживают в интервале 0,01...0,03 МПа. Продолжительность дистилляции 6... 10 мин.

**Окончательный дистиллятор** работает по принципу распыления мисцеллы под вакуумом и предназначен для отгонки растворителя из высококонцентрированной мисцеллы. Дистиллятор состоит из трех камер: распылительной 6 (рис.57), пленочной 4 и дезодорационной 2, которые заключены в паровые рубашки 5, J и I. Над распылительной камерой бустановлен каплеуловитель 10 с двумя отбойниками 11 и 13.

В распылительной камере 6 расположены три форсунки 15, соединенные с патрубком для подачи мисцеллы. В пленочной камере 4 установлены обогреваемые трубками змеевика 17 щитки 18. В дезодорационной камере смонтированы крестообразный барботер 20, выполненный из перфорированных трубок; сетчатая тарелка 19 и переливная трубка 22 для отвода готового масла.

Окончательный дистиллятор снабжен перфорированной трубкой пеногасителя 14, двумя смотровыми окнами 16, люком-лазом 9, трубой 7 с фонарем 8 для слива и наблюдения за стоком мисцеллы из каплеуловителя 10 и патрубком 21 для окончательного слива жидкости из аппарата.

Продолжительность дистилляции 4...5 мин, температура масла 100...110°C.

Давление острого водяного пара 0,02...0,03 МПа (избыточное), температура 170...190°C. Температура отходящей паровой смеси должна быть на 10... 15 °C выше температуры конденсации водяного пара при данном давлении в аппарате, а вакуум поддерживают в интервале 0,04...0,06 МПа.

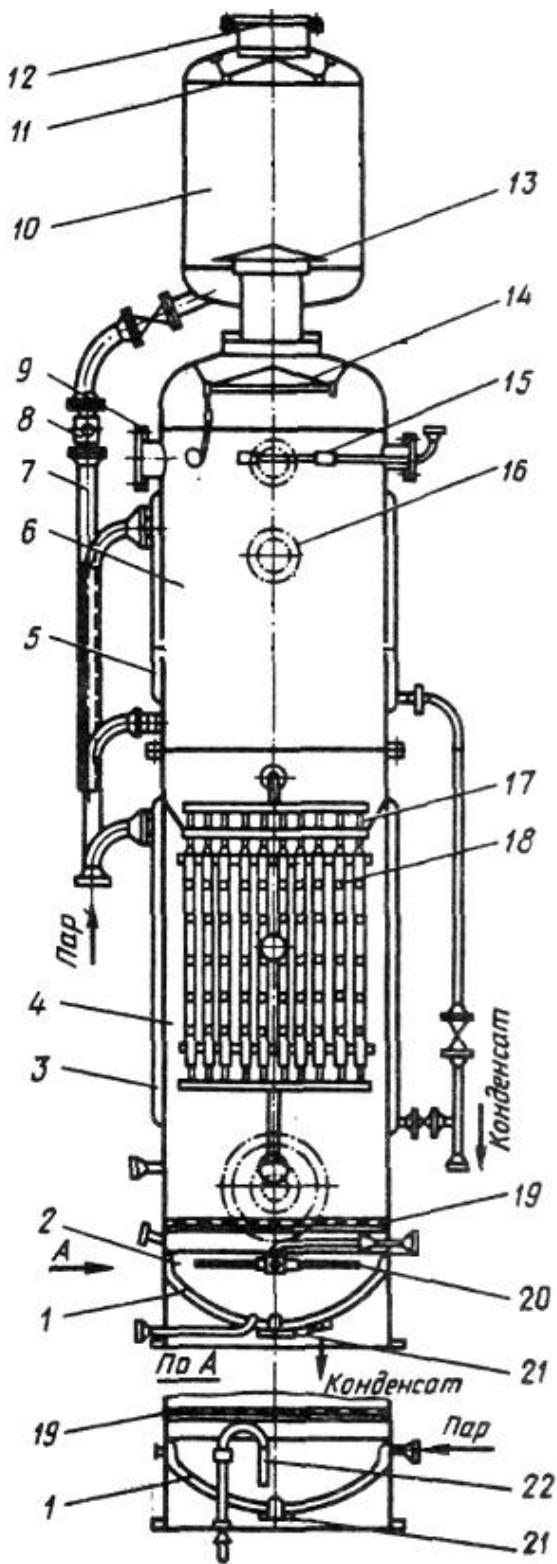


Рис. 57 - **Окончательный дистилятор**: 1, 3, 5 – паровые рубашки; 2 – дезодорационная камера; 4 – пленочная камера; 6 – распылительная камера; 7 – труба; 8 – фонарь; 9 – люк-лаз; 10 – каплеуловитель; 11, 13 – отбойники; 12 – патрубок для паров растворителя; 14 – трубка пеногасителя; 15 – форсунки; 16 – смотровое окно; 17 – змеевик; 18 – щитки; 19 – сетчатые тарелки; 20 – барботер; 21 – патрубок для слива жидкости из аппарата; 22 – переливная труба.

*Дистилятор работает следующим образом. Предварительно нагретая до 110...115 °С мисцелла под давлением до 0,3 МПа распыляется с помощью форсунок в верхней зоне дистилятора под вакуумом. Распыление способствует увеличению площади поверхности испарения. Капли высококонцентрированной мисцеллы падают на обогреваемые щитки и в виде пленки стекают вниз в противотоке с острым водяным паром. При этом из мисцеллы происходит дополнительная отгонка растворителя. Масло со следами растворителя попадает в дезодорационную камеру. Здесь слой масла, поддерживаемый переливной трубой на уровне 400...450 мм, интенсивно барботируется острым перегретым водяным паром. В дезодорационной камере удаляются последние следы растворителя, и готовое масло через переливную трубу откачивается насосом в бачки для масла.*

*удаляются последние следы растворителя, и готовое масло через переливную трубу откачивается насосом в бачки для масла.*

## АППАРАТЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ШРОТА

Модернизированный шнековый испаритель НД-1250 (рис. 58) состоит из двух секций. Верхняя секция, включающая пять испарительных шнеков 9, служит для предварительной отгонки растворителя под атмосферным давлением с помощью глухого

пара, а нижняя, состоящая из трех шнеков 9, — для окончательной отгонки растворителя и дезодорации шрота. Верхняя и нижние секции соединены шлюзовым затвором 14. Испарительные шнеки расположены друг над другом и при этом секции смещены относительно друг друга.

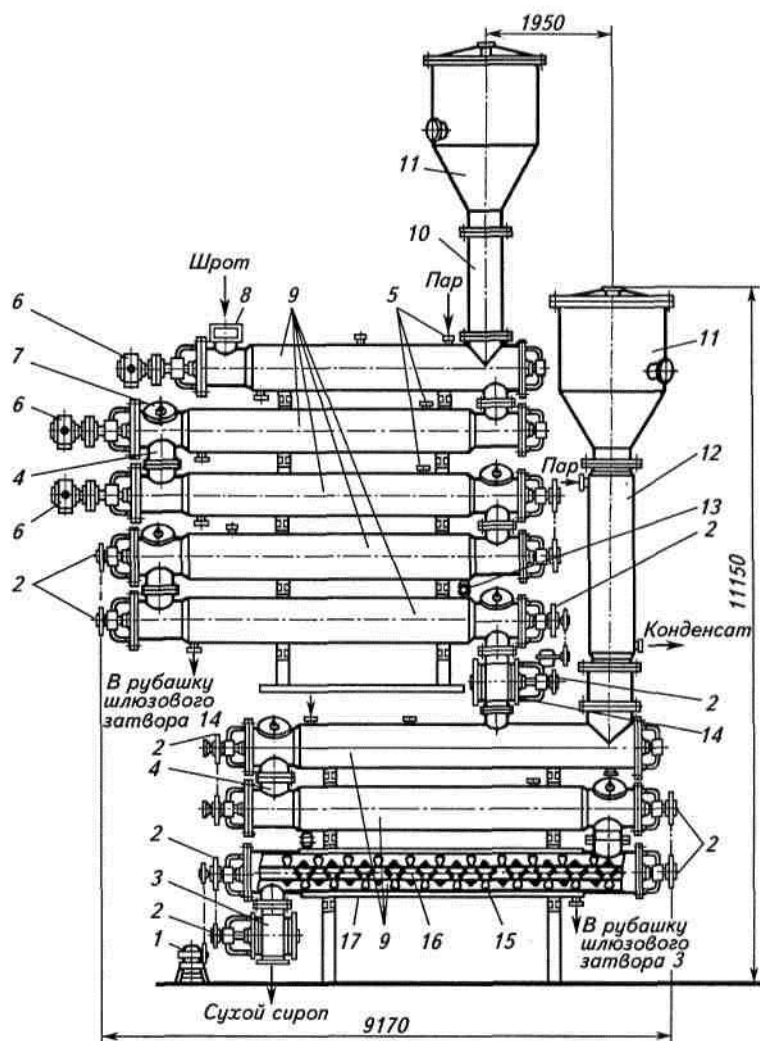


Рис. 58 - Модернизированный шнековый испаритель: 1 — лубрикатор; 2 — цепные передачи; 3, 14 — шлюзовые затворы; 4 — перепускной патрубок; 5, 13 — патрубки для подвода глухого водяного пара; 6 — электродвигатели; 7 — люк-лаз; 8 — патрубок для ввода шрота в испаритель; 9 — испарительные шнеки; 10, 12 — паровые трубы; 11 — сухие шротоловушки; 15 — лопатки; 16 — полый вал; 17 — паровая рубашка.

Испарительные шнеки состоят из цельнотянутых труб и снабжены паровой рубашкой 17. Внутри шнековых труб расположены полые валы 16 с установленными на них по винтовой линии под углом лопатками 15. Зазор между кромками лопаток и внутренней стеной корпуса составляет 10 мм, что исключает контакт между ними при малом изгибе вала во время работы. Лопаточный шнек обеспечивает хорошее перемещение и перемешивание шрота.

Испарительные шнеки 9 соединены между собой перепускными патрубками 4, осмотр и чистку которых осуществляют через люки-лазы 7. Каждая секция снабжена сухой шротоловушкой 11 для улавливания частичек шрота, уносимых паровой фазой. При этом газоход нижней секции заключен в паровую трубу 12 для исключения конденсации паров. Нижний испарительный шнек 9 снабжен шлюзо-

вым затвором 3, необходимым для выгрузки шрота и обеспечивающим герметичность системы.

Верхние шнеки секции вращаются с помощью электродвигателей б через редукторы, а нижние шнеки и шлюзовые затворы — от верхних через приводные звездочки цепных передач 2. Для смазки вращающихся частей применяется групповой смазывающий аппарат-лубликатор 1.

Испарительный шнек обогревается глухим водяным паром, который подводится через патрубки 5 и 13, при этом отработанный пар используется для обогрева шлюзовых затворов 14 и 3. Острый водяной пар подают в самый нижний испарительный шнек 9 через патрубок, установленный в торцовой крышке шнека.

*Шнековый испаритель работает следующим образом. Шрот из экстрактора через шлюзовой затвор и патрубок поступает в верхний испарительный шнек и, продвигаясь в нем, нагревается через стенку паровой рубашки глухим перегретым паром. В результате часть растворителя и влаги испаряется и отводится в шротоловушку. Достигнув перепускного патрубка, шрот пересыпается в нижележащий испарительный шнек, и таким образом он передвигается последовательно по всем испарительным шнекам. В нижней секции отгонка остатка растворителя обеспечивается с помощью острого водяного пара. Паровая фаза из нижней секции поступает в соответствующую сухую шротоловушку, где в результате резкого уменьшения скорости потока происходит осаждение частичек шрота, увлекаемых потоком паров. Осажденный шрот затем возвращается в испарительные шнеки.*

*Готовый шрот температурой 95...100°C и с содержанием растворителя не более 0,2 % отводится из нижнего испарительного шнека через шлюзовой затвор на кондиционирование (по влажности и температуре).*

Несколько другая конструкция у испарительной установки типа МЭЗ, но принципиальных отличий по сравнению с установкой НД-1250 у нее нет. Как и у шнековых испарителей, отгонка растворителя из шрота здесь происходит в частично взвешенном состоянии при интенсивном перемешивании шрота лопастями шнековых валов. В испарительных установках НД-1250 и МЭЗ незначительная влаготепловая обработка шрота не способствует инактивации токсичных или антипитательных веществ, а содержание растворителя в готовом шроте велико и составляет не менее 0,1%.

Таким образом, более высокими питательными и биологическими свойствами обладает шрот, полученный после обработки в тостере по сравнению со шротом, полученным в шнековых испарителях.

# **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ, ФОРМОВАНИЯ, ДОЗИРОВАНИЯ И СУШКИ ПИЩЕВЫХ СРЕД**

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9**

### **Оборудование для смешивания пищевых сред**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Плакаты.

#### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для смешивания пищевых сред.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для приготовления теста.
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для приготовления теста непрерывным способом.

#### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## Оборудование для смешивания пищевых сред

Тестомесильные машины периодического действия «Стандарт» и Т1-ХТ2А применяются на хлебозаводах малой и средней мощности и предназначены для замеса опары и теста из пшеничной и ржаной муки в подкатных дежах вместимостью 330 л.

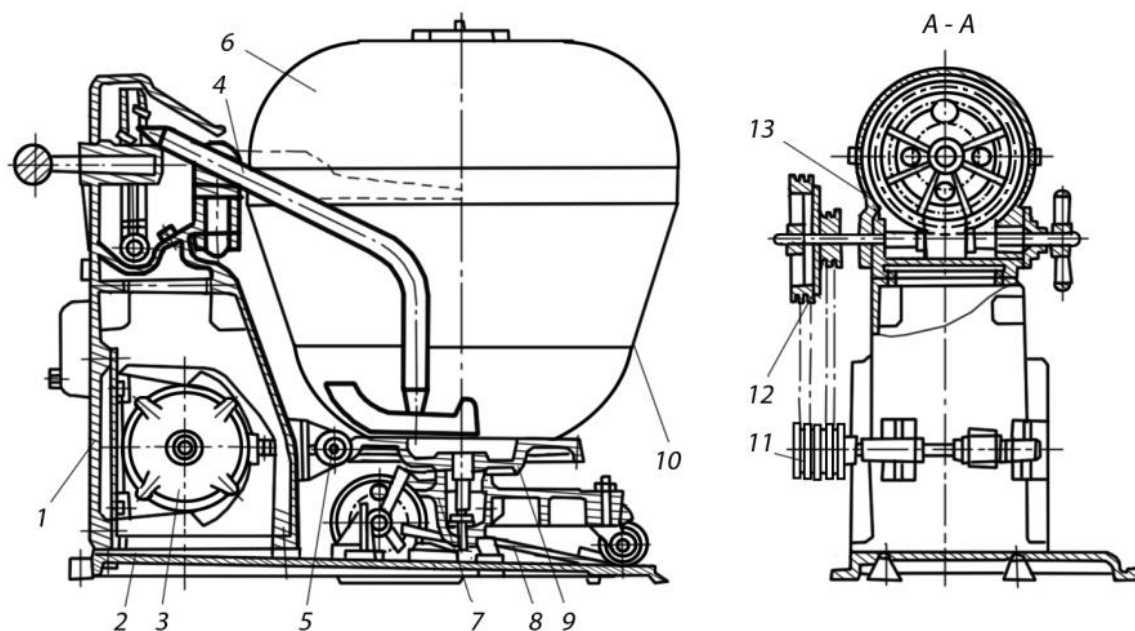


Рис. 59 - Тестомесильная машина "Стандарт"

Машина «Стандарт» состоит из станины 1 (рис. 59), закрепленной на фундаментной плите 2. Внутри станины расположен приводной электродвигатель 3, а снаружи — червячный вал 5, служащий для вращения подкатной дежи 10. Она смонтирована на трехколесной каретке 7, которая накатывается на фундаментную плиту и закрепляется на ней с помощью упора и специального фиксатора 8. При этом имеющийся на деже зубчатый венец 9 входит в зацепление с червячным валом 5. Дежа закрывается крышкой 6. Сверху на станине расположен червячный редуктор 13, приводимый в движение от электродвигателя через клиноременную передачу 11 и фрикционную муфту 12. Месильный рычаг 4 на нижнем конце имеет лопасть, которая и осуществляет замес теста в деже.

Верхний конец месильного рычага с помощью подшипника шарнирно соединен с колесом червячного редуктора и благодаря промежуточной шаровой опоре совершает поступательное круговое движение. Аналогичное движение совершает и месильная лопасть.

Во время работы машины месильная лопасть в нижнем положении проходит плотно возле днища дежи, а в верхнем выходит за плоскость обреза нижней кромки дежи. При этом в начале замеса происходит интенсивное распыление муки. Перемешивание и замес происходит не на всей траектории движения ме-



сильной лопасти, а лишь на 20 %, что существенно снижает КПД машины. Замес осуществляется при постоянной частоте вращения месильного рычага ( $n=23,5 \text{ мин}^{-1}$ ), поэтому на машине невозможно обеспечить различную интенсивность замеса на отдельных стадиях процесса.

Поскольку на хлебозаводах в настоящее время эксплуатируется большое число таких машин, следует обратить внимание на возможность реконструкции месильной лопасти и приводной части машины с целью интенсификации замеса. Модернизация машин «Стандарт», проводимая в течение нескольких лет, не коснулась изменения самого принципа замеса, а заключалась в совершенствовании конструкции отдельных узлов и улучшении их эксплуатационной надежности.

**Тестомесильная машина Т1-ХТ2А** (рис. 60) отличается от тестомесильной машины «Стандарт» тем, что вместо червячного привода дежи с помощью червячного венца осуществляется привод плиты, на которой закрепляется дежа. При разработке конструкции достигнуто улучшение санитарных условий работы, некоторое уменьшение массы дежи и удешевление ее изготовления, повышена надежность.

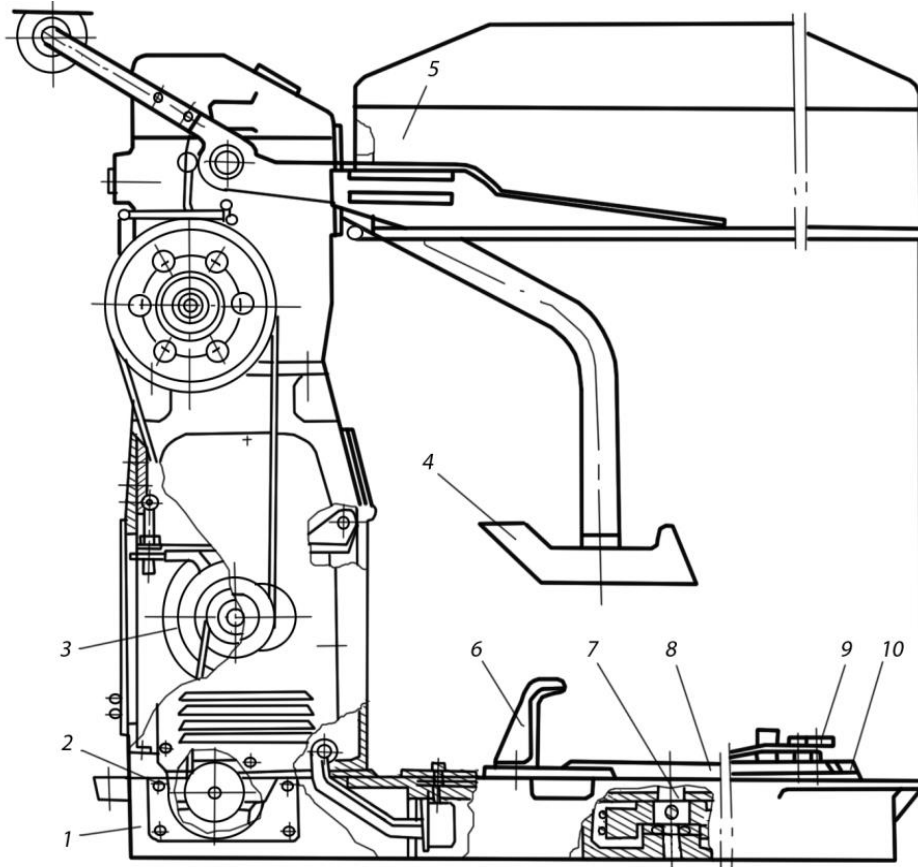


Рис. 60 - Тестомесильная машина Т1-ХТ2А

Станина 2 тестомесильной машины Т1-ХТ2А с приводным устройством 3, месильной лопастью 4, маховиком смонтирована на фундаментальной плите 1. Дежа имеет откидную крышку 5. В фундаментальной плите смонтированы два червячных редуктора. На выходном валу редуктора 7 насажен поворотный стол

8, на котором имеются направляющие 10 для дежи, стойка и фиксатор с педалью 9, упорный кронштейн 6.

При работе дежу накатывают на поворотный стол, центрируют и фиксируют с помощью защелки. Затем закрывают крышку, загружают дежу и включают привод. По окончании замеса крышку поднимают. При этом выключается фрикционная муфта на валу привода месильного органа и затормаживается ее привод, а стол с дежой продолжает вращаться до тех пор, пока специальный упор на плите не коснется конечного выключателя, который отключает электродвигатель. При этом дежа останавливается в положении, удобном для откатывания. С помощью ножной педали освобождают фиксатор и откатывают дежу.

Повысить интенсивность замеса можно за счет изменения конфигурации месильной лопасти, например в виде спирали, Ф- или Г-образного рычага, а также соответствующей реконструкции приводной станции.

Техническая характеристика тестомесильных машин		
Показатель	«Стандарт»	T1-ХТ2А
Вместимость дежи, л. . . . .	330	330
Длительность замеса, мин. . .	10	6...10
Число качаний месильного рычага, мин <sup>-1</sup>	23,5	24,2
Мощность электродвигателя, кВт. .	4,5	3
Частота вращения дежи, мин <sup>-1</sup> . . .	5,9	6,46
Масса машины без дежи, кг. . . .	553	662

**Тестомесильная машина ТМ-63М** (рис. 61) предназначена для замеса специального крутого теста для бараночных и некоторых мучных кондитерских изделий. Относится к тихоходным машинам с двумя Z-образными лопастями, которые при замесе периодически подвергают усиленному механическому воздействию отдельные порции теста.

Тестомесильная машина ТМ-63М состоит из месильной камеры 7, выполненной в виде соединенных двух полуцилиндрических днищ с наращенными крайними стенками. На торцовых стенках месильной камеры в цапфах закреплены подшипники месильных лопастей 6.

Подшипник передней месильной лопасти опирается через корпус и цапфу на станину 2 тестомесильной машины. Цапфы второго вала свободно опираются на станину. Сверху месильная камера закрыта крышкой 3 с откидной дверкой 5. В первой вмонтированы патрубки 4 для загрузки муки и жидких компонентов. Привод валов месильных лопастей осуществляется от электродвигателя 13 с помощью клиноременной 12, цепной 10 и зубчатых передач 8 и 9.

По окончании замеса привод отключают и включают механизм поворота дежи. Тесто под действием собственного веса выгружается в тестоспуск или на

транспортер. Для разгрузки дежи путем опрокидывания служит система механизмов, включающая поводок 14, ходовую гайку с пальцем 16, винт 15, клиноременную передачу 11 и электродвигатель 1.

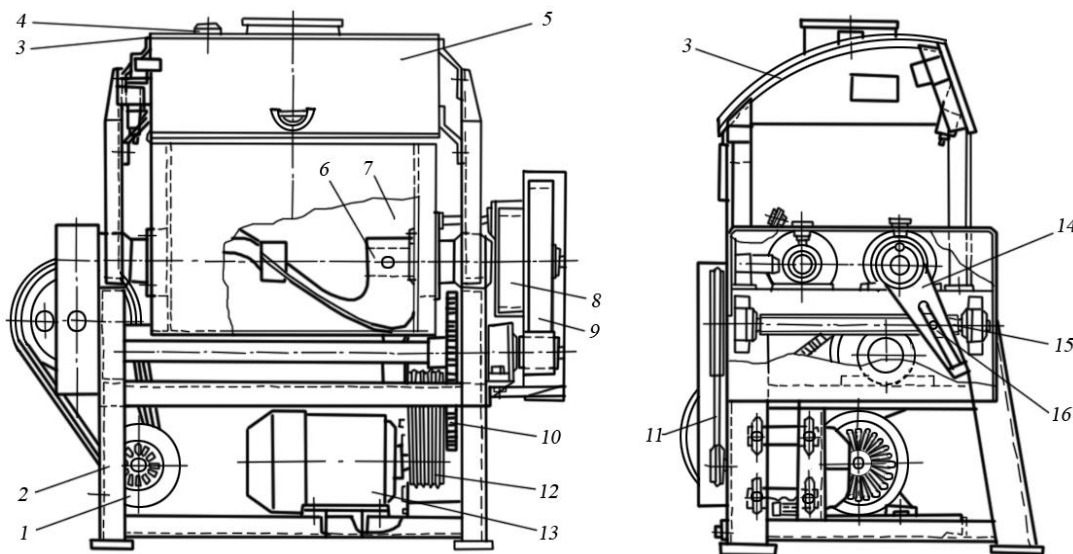


Рис. 61 - Тестомесильная машина ТМ-63М

Рабочий процесс характеризуется однотипностью воздействия на всех трех стадиях замеса. По этой причине хуже всего обстоит дело с организацией смешивания, т. е. первой стадии замеса, которая накладывается по времени на вторую стадию и удлиняет замес. Не совсем удобна выгрузка теста и зачистка от него месильной емкости. В конструктивном отношении применение открытых цепных и зубчатых передач на тестомесильной машине также нельзя признать удачным.

Техническая характеристика: производительность - 900 кг/ч; продолжительность замеса - до 10...12 мин; установленная мощность электродвигателей - 5,1 кВт; частота вращения месильного органа - 38 мин<sup>-1</sup>; масса одного замеса - 150 кг.

**Машина РЗ-ХТИ-3** предназначена для интенсивного замеса пшеничного теста с переменным режимом замеса, который обеспечивается путем применения трехскоростного электродвигателя. Машина имеет стационарную корытообразную месильную емкость, которая при разгрузке поворачивается вокруг горизонтальной оси.

Рабочая емкость машины 5 (рис. 62) установлена на двух поворотных цапфах 4, которые вмонтированы в поворотные опоры 3, закрепленные на станине 1. Внутри цапф пропущены Г-образные рычаги 6 месильного органа, соединенные между собой вилкообразным рычагом и штангой 7. Привод месильного органа осуществляется от двух приводных электродвигателей 9 через зубчатые редукторы 10. Конструкция месильного органа благодаря применению различных скоростей правого и левого Г-образных рычагов позволяет изменять свое пространственное положение относительно опор.

Загрузка компонентов осуществляется через патрубки, вмонтированные в неподвижной крышке 8. Выгрузка теста осуществляется путем поворота корыта с помощью индивидуального привода. Управление машиной осуществляется автоматически по заданной программе.

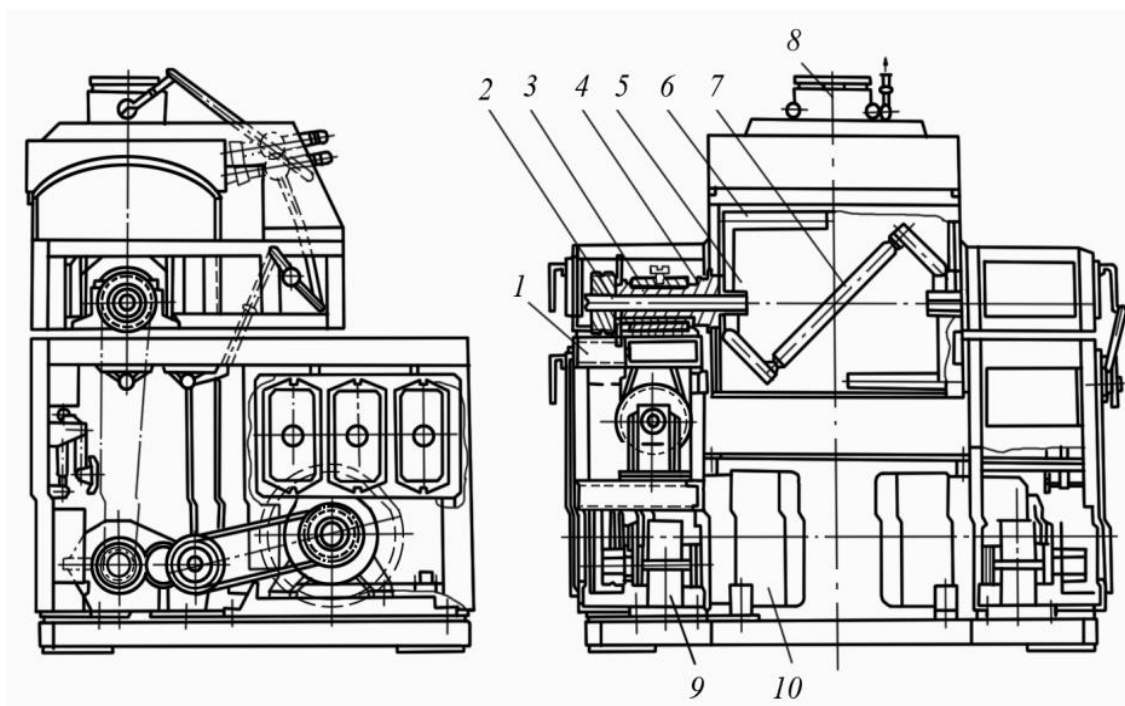


Рис. 62 - Тестомесильная машина РЗ-ХТИ-3

Замес теста в машине осуществляется следующим образом. Г-образные рычаги попеременно в течение половины оборота перемещаются параллельно цилиндрической части месильной емкости на небольшом расстоянии от нее, за один оборот прорабатывается сравнительно небольшая масса теста, но при этом возникают большие нагрузки на валу месильной лопасти. В последующие пол-оборота над цилиндрической частью днища проходит углом соединение штанги с шарнирным рычагом и перемешивает массу иным образом, однако воздействие самой цилиндрической штанги на тесто менее значительно даже при дифференциальной скорости ее концов.

К достоинствам машины следует отнести интенсивное воздействие на тесто при замесе, способствующее сокращению брожения теста, автоматическое управление процессом замеса, устройство механизированной разгрузки при периодическом замесе.

Техническая характеристика: производительность - 23... - 28 т/сут; продолжительность замеса - до 3 мин; установленная мощность - 21 кВт; частота вращения месильного органа - 60; 90; 120 мин<sup>-1</sup>; вместимость месильной камеры - 0,35 м<sup>3</sup>.

**Расчет производительности и энергозатрат.** Производительность тестомесильных машин периодического действия  $\Pi$  (кг/с)

$$\Pi = \lambda \cdot V \cdot \rho / (\tau_3 + \tau_6),$$

где:  $\lambda$  - коэффициент использования объема дежа;  $\tau_3$  - время, необходимое для замена теста, с;  $\tau_6$  - время для совершения вспомогательных операций, с;  $V$  - вместимость месильной камеры, м<sup>3</sup>;  $\rho$  - плотность теста, кг/м<sup>3</sup>.

Мощность электродвигателя привода тестомесильных машин периодического действия  $N_{\text{дв}}$  (кВт)

$$N_{\text{дв}} = (N_1 + N_2) / \eta,$$

где:  $N_1$  - мощность, необходимая для вращения месильного органа при замесе теста, кВт;  $N_2$  - мощность, необходимая для вращения дежи, кВт;  $\eta$  - КПД привода;

$$N_1 = 4 \cdot 10^{-4} \lambda V \rho R \omega_1 g,$$

где:  $\omega_1$  - угловая скорость месильного органа, рад/с;  $R$  - радиус вращения центра лопасти, м,

$$N_2 = 10^{-3} g (G_{\text{д}} + G_{\text{т}}) f r_4 \omega_2,$$

где:  $f$  - коэффициент трения вала в дежи опорах;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup> - ускорение свободного падения;  $G_{\text{д}}$  - масса дежи, кг;  $G_{\text{т}}$  - масса теста в деже, кг;  $r_4$  - радиус цапфы, м;  $\omega_2$  - угловая скорость дежи, с<sup>-1</sup>.

**Тестомесильные машины непрерывного действия** обычно имеют стационарную месильную емкость и расположенные в ней вращающиеся или совершающие круговое движение месильные органы. Интенсивность замеса в них может быть повышена за счет применения тормозных лопастей или выступов на стенах месильной камеры.

**Тестомесильная машина Х-12Д** (рис. 63) относится к тихоходным однокамерным машинам и предназначена для замеса пшеничного и ржаного теста.

Машина состоит из полуцилиндрической месильной емкости 5, в центре которой расположен месильный вал 4 с лопатками 3. Сверху корпус закрывается откидной крышкой. Мука подается в машину через прямоугольный патрубок 1, оборудованный двумя емкостными датчиками уровня 7. Дозируется мука роторным питателем, приводимым в движение от главного вала кривошипно-шатунным механизмом 10 и клиновым фрикционным храповиком 9. Над питателем установлен ворошитель 8, совершающий качательное движение через систему рычагов. Для наблюдения за работой дозатора муки служит окно 2. Выходит тесто из машины через патрубок 6. Привод машины осуществляется от электродвигателя 13 через редуктор 12 и зубчатую передачу 11. На передней панели расположены четыре качающихся крановых дозатора жидких компонентов.

Работает машина следующим образом. Все компоненты малыми дозами от дозаторов подаются непрерывно в переднюю часть, корыта, отделенного порогом, перемешиваются лопатками 3 с наклонной поверхностью и проталкиваются вдоль корыта. По мере продвижения массы до патрубка 6 она перемешивается и пластифицируется.

Очистка машины производится без разборки, что весьма неудобно. Недостатками машины являются слабый промесс теста, значительные колебания состава из-за ненадежной работы дозирующих систем и отсутствие устройств для регулирования скорости вращения месильного вала и длительности замеса.

Предельная частота вращения месильного вала ограничена  $48 \text{ мин}^{-1}$ , а интенсивность механического воздействия — усилием, которое образуется в результате трения теста о стенки месильной камеры. Поэтому в данном случае невозможно повысить интенсивность замеса путем увеличения частоты вращения. Однако если уменьшить рабочую площадь месильных лопаток или на стенке месильной емкости установить тормозные лопатки или штыри, то можно повысить частоту вращения и интенсивность замеса.

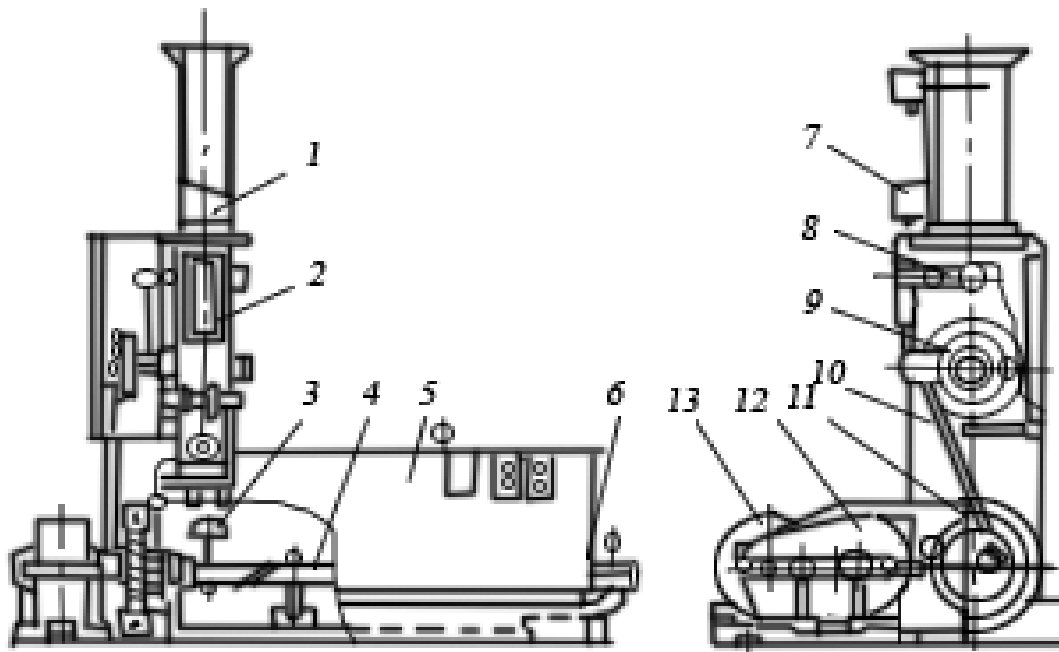


Рис. 63. Тестомесильная машина X-12Д

Техническая характеристика: производительность -  $15 \dots 20 \text{ т/сут}$ ; установленная мощность -  $3 \text{ кВт}$ ; частота вращения месильных валов -  $48 \text{ мин}^{-1}$ .

**Машина непрерывного действия марки ШТ-1М** (рис. 64) со стационарной емкостью и горизонтальной осью вращения месильного органа предназначена для получения пластичного теста из муки и эмульсии. В патрубок 8 камеры 7 предварительного смешивания дозаторами подается мука и эмульсия. В камере вращается вал 5 с секторными месильными лопастями 6. Цепь 3 сообщает вращение валу 5 от вала 2.

Благодаря развороту месильных лопастей смесь в камере продвигается к патрубку 4 и поступает в камеру 13 окончательного смешивания на виток шнека 14. Камера 13 имеет рубашку 12 из двух частей. Это позволяет создавать нужный температурный режим в начале и конце замеса. Лопастями 10 образуют две винтовые линии с углами  $(0,2 \dots 0,25) \pi$  рад к оси вала. Каждая пара лопастей повернута по отношению к соседней на угол  $90^\circ$ . Вал 2 приводится в движение от электродвигателя 1. В камере окончательного смешивания получается готовое тесто.

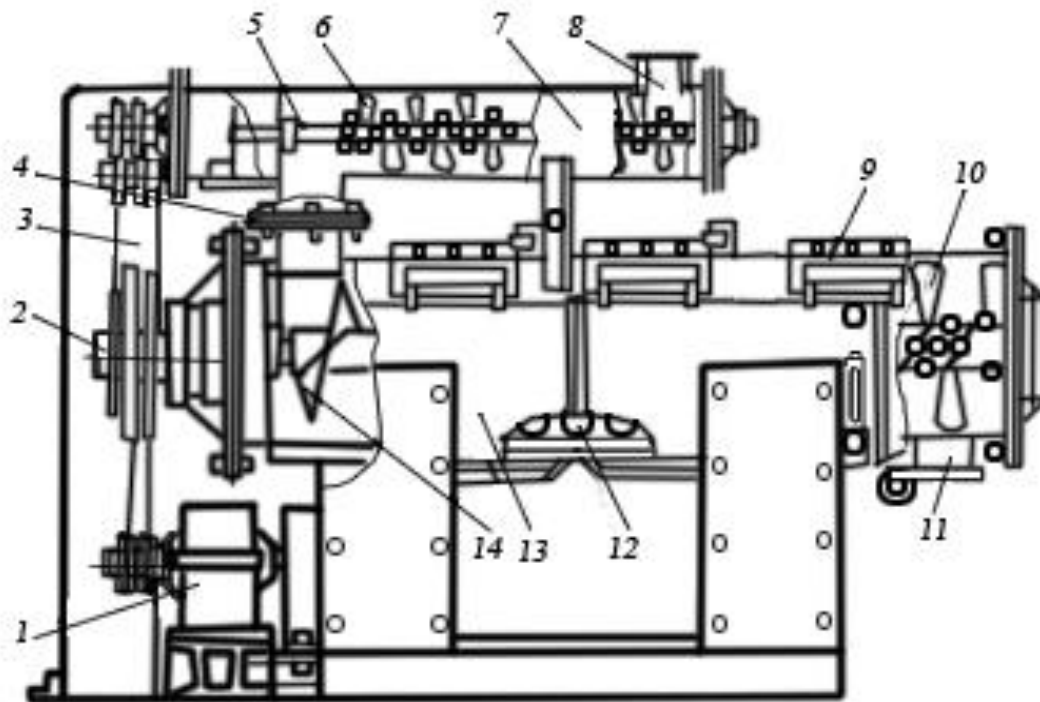


Рис. 64 - Месильная машина ШТ-1М непрерывного действия

Продолжительность замеса регулируется шибером *11*. При прикрытии шибером выпускного отверстия продолжительность замеса теста увеличивается. Через отверстия с крышками *9* производится очистка камер по окончании работы. При их открывании обесточивается приводной электродвигатель. В рассмотренной машине смешиваются два компонента сахарного теста: эмульсия и мука. Эти компоненты подаются объемными дозаторами.

Техническая характеристика: производительность - 900...1300 кг/ч; угловая скорость месильного органа - в камере предварительного смешения 2,5...5,8 рад/с, в камере окончательного смешения 0,8...1,8 рад/с; установленная мощность - 10 кВт.

**Лопастной вибросмеситель марки ШВС** (рис. 65) предназначен для смешивания компонентов рецептурной смеси в кондитерском производстве.

Схема вибросмесителя приведена на рис. 3.82, *а*, а конструкция месильной камеры - на рис. 3.82, *б*. Валы *1* и *2*, расположенные в месильной камере *7*, имеют лопасти *б*, установленные под углом к валам. Для устранения попадания масла в камеру из подшипникового узла *3* установлены сальники *5* с нажимной втулкой *4*. В этой смесильной машине амплитуда колебаний изменяется путем изменения положения дисбаланса.

Техническая характеристика: производительность - 650 кг/ч; угловая скорость месильного органа - 18 рад/с; установленная мощность - 3,83 кВт.

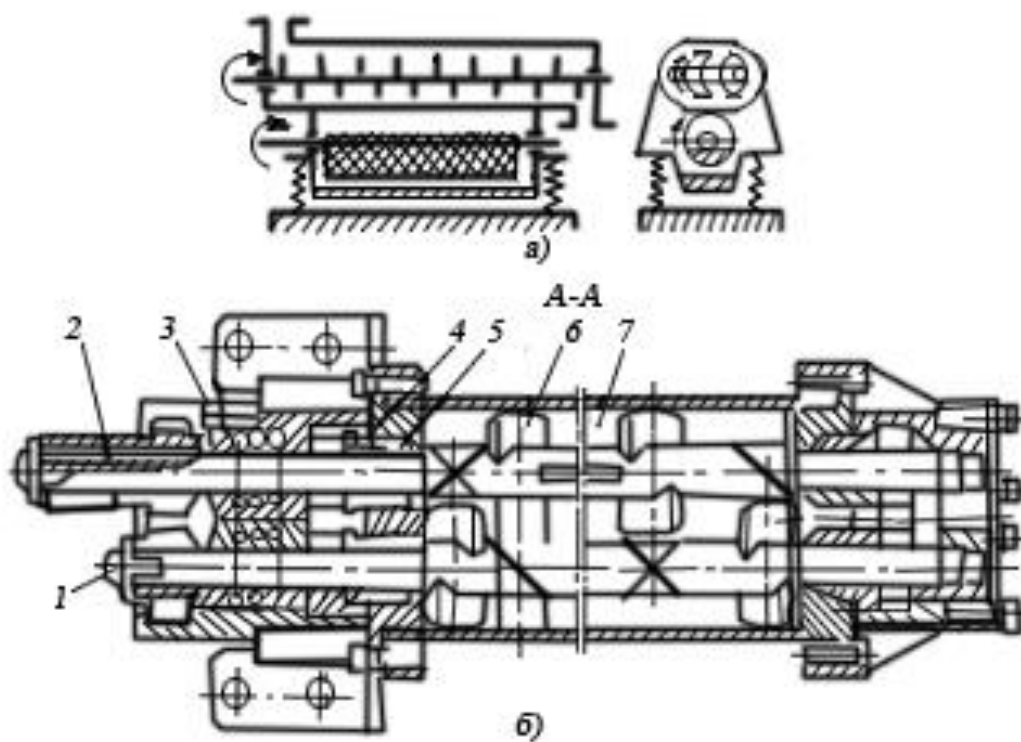


Рис. 65 - Лопастной вибрмеситель типа ШВС:  
 а - схема; б- месильная камера



## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10**

### **Оборудование для формования пищевых сред**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Плакаты

#### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для формования пищевых сред.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин.

#### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

#### **Литература:**

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## Оборудование для формования пищевых сред

**Машина А1-КХП** (рис. 66) предназначена для формования палочек из кукурузной крупы тепловой механической обработкой.

Машина состоит из станины 1, бункера 7, корпуса подшипника 9, цилиндра 3, механизма резки 4, вариатора, щита управления с нагревателями. Машина имеет два индивидуальных привода: для шнека и механизма резки.

На верхней плите сварной станины установлен электродвигатель 8 привода шнека, соединенный через муфту с быстроходным валом редуктора 10. Последний, в свою очередь, с помощью муфты соединяется с валом корпуса подшипника. В литом корпусе подшипника установлен вал, вращающийся в радиальных подшипниках качения. Для восприятия осевой нагрузки от формирующего шнека в корпусе установлен упорный шарикоподшипник.

К корпусу подшипника фланцем крепится сварной цилиндр с расположенным внутри него шнеком. С противоположной стороны цилиндр закрыт матрицей. Температура в рабочей зоне контролируется термомпарами, введенными в зону через пробку 5. Для нагрева кукурузной массы в передней части цилиндра укреплен блок электронагревателей 6.

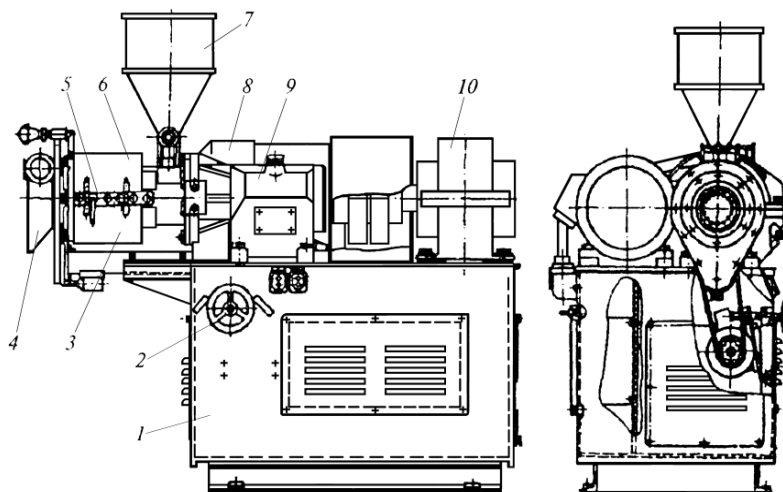


Рис. 66 - Машина А1-КХП

У переднего торца матрицы расположен механизм резки с вращающимися ножами, который приводится в движение от отдельного электродвигателя через бесступенчатый вариатор. Электродвигатель и вариатор находятся внутри станины. Частота вращения вариатора регулируется рукояткой 2, установленной в непосредственной близости от панели управления. Для удобства обслуживания механизм резки отводится в сторону.

Над цилиндром установлен бункер для кукурузной крупы. Кукурузная крупа из бункера машины через регулируемую заслонку поступает в приемное отверстие цилиндра, где происходит просеивание продукта и нагрев до температуры 145 °С.

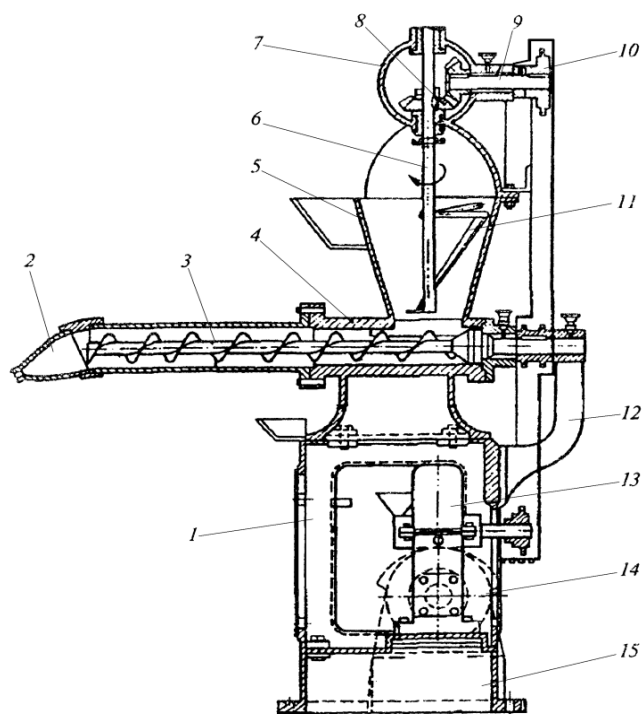
В результате воздействия тепла, влаги и давления крупа превращается в пластическую массу, которая выдавливается шнеком через отверстия матрицы. При выходе из отверстий матрицы масса под действием пара, образующегося из перегретой влаги вспучивается, образуя пористую хрустящую жилу. Механизм рези делит выходящие жилы на палочки, которые уносятся конвейером.

Порция крупы (1,5...2,0 кг при температуре в цилиндре 80...140 °С) приготавливается за 30...60 мин до пуска машины.

Режим нагревания цилиндра подбирается для каждой машины индивидуально в зависимости от сорта, помола, влажности крупы и степени износа.

Техническая характеристика: производительность 75 кг/ч; мощность привода - 21 кВт; мощность электронагревателя - 3,84 кВт; число шнеков-1; частота вращения шнека-71 мин<sup>-1</sup>; диаметр шнека - 155 мм; максимальная температура в зоне нагрева - 145 °С; максимальное допустимое давление экструзии - 10 МПа.

Экструдер МФБ-1 (рис. 67) состоит из плиты 15, станины 1 с кронштейном 12, электродвигателя 14, червячного редуктора 13, корпуса 4 со шнеком 3 и формирующей матрицей 2, головки 7 с парой конических шестерен 8 и загрузочной воронки 5 со спиралью 11.



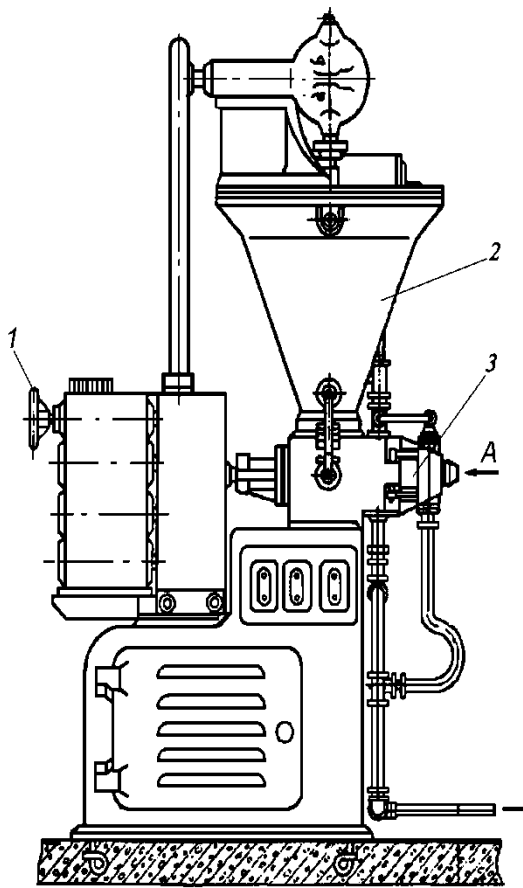
Внутри головки 7 находятся горизонтальный вал 9 с конической шестерней и приводной звездочкой 10, вертикальный вал 6 с конической шестерней и спиралью. Спираль 11 подает конфетную массу в корпус 4 и непрерывно перемешивает ее в загрузочной воронке 5. Шнек 3 впрессовывает массу через формирующие каналы матрицы 2 в виде пяти бесконечных жгутов, которые после предварительного охлаждения разрезаются на конфеты.

Рис. 67 - Экструдер МФБ-1

матрицы 2 в виде пяти бесконечных жгутов, которые после предварительного охлаждения разрезаются на конфеты.

Техническая характеристика экструдера МФБ-1 приведена в табл. 1.

Двухшнековый экструдер поточных линий ШФК (рис. 68) отличается от экструдера МФБ-1 наличием двух горизонтальных шнеков, находящихся в самостоятельных камерах. Шнеки нагнетают массу в общую предматричную камеру 3. Масса выходит через шесть или восемь формирующих каналов. Частота вращения спирали в разгрузочной воронке 2 изменяется бесступенчатой рукояткой 1. Нагнетающие шнеки имеют постоянную частоту вращения. При формировании жгутов круглого сечения на прямоугольную матрицу заменяют.



В шнековых экструдерах скорости выхода жгутов через формующие каналы неодинаковы. Для выравнивания скоростей увеличивают дополнительные сопротивления перед средними каналами или в самих каналах либо устанавливают более высокую температуру стенок крайних каналов. Добиться полного равенства скоростей во всех каналах весьма трудно.

Техническая характеристика экструдера приведена в табл. 1.

Рис. 68 - Шнековый экструдер ШФК

Экструдер ШПФ-22 (рис. 69) предназначен для выдавливания конфетной массы при производстве пралиновых конфет.

Он имеет в предматричной камере перегородки, образующие секции у каждого выходного отверстия. Это выравнивает скорости у выдавливаемых жгутов.

Бункер 1 укреплен на корпусе питателя 2 с расположенными в нем рифлеными валками 3. В корпусе нагнетателя 4 вращаются нагнетающие шестеренные роторы 5, выполненные из набора шестерен. Предматричная камера 7 имеет вертикальные формующие каналы 8. В нижней части корпуса нагнетателя

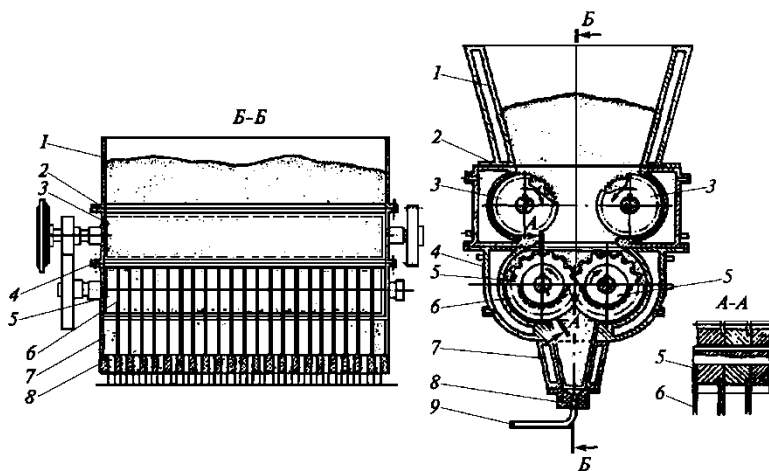


Рис. 69. Экструдер ШПФ-22

и предматричной камеры имеются вертикальные перегородки 6, которые делят корпус и камеру на отдельные секции.

Бункер, корпус нагнетателя и нагнетатель, а также предматричная камера имеют рубашки для обогрева.

Конфетная масса вытягивается из бункера рифлеными валками 3 и равномерно подается по всей длине шестеренных роторов 5. Они нагнетают массу в

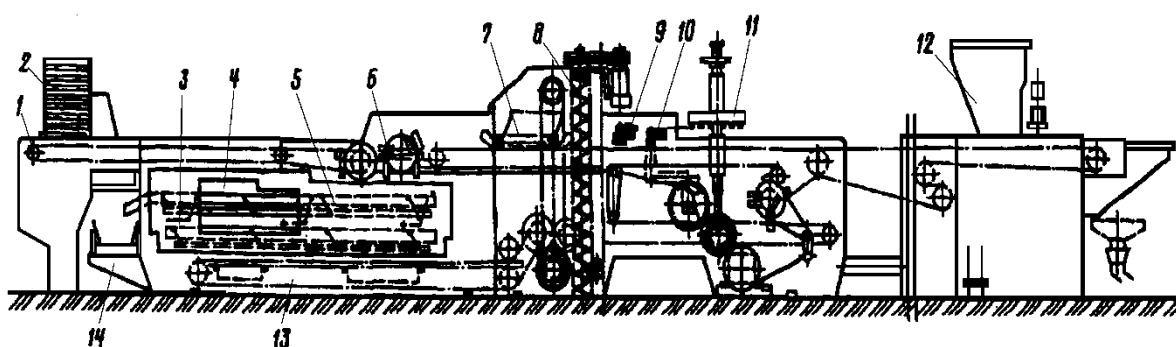
предматричную камеру 7 и из нее через формующие каналы 8 выдавливаются жгуты 9 пралиновой массы.

Техническая характеристика экструдера ШПФ-22 приведена в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Показатель	МФБ-1	ШФК	ШПФ-22
Производительность, кг/ч	325	150...310	1000
Число отверстий в матрице	5	6	22
Потребная мощность, кВт	1,7	2,8	2,8

**Отливочная машина «Гелиос-261»** (рис. 70) предназначена для отливки помадной массы в крахмальные формы. Она имеет закрепленные на станине цепной конвейер 1, питатель лотков 2, вибрационные 5 и очистительное 3 сита,



по  
во  
ро  
тн  
ый  
ме  
ха  
ни

Рис. 70. Отливочная машина «Гелиос-261»

зм 6, выравнивающее устройство 7, шнеки заполнения 8, боковые 9 и нижнюю 10 щетки, штампующий 11 и отливочный 12 механизмы. Вибрационное и очистительное сита смонтированы внутри машины на выдвигаемой станине, что позволяет оперативно очищать или заменять их. Вибрационное сито разделено на щеточный 4 и ситовой ярусы. Сход с вибросита поступает на ленточный конвейер 14. Проход с очистительного сита 3 ссыпается на скребковый конвейер 13.

Отливочная машина комплектуется одним или двумя отливочными механизмами. Основная часть их - дозировочное устройство (рис. 71) с вертикальными поршнями. Хвостики поршней 8 вставлены в паз траверсы 4, которая движется в направляющих 3, закрепленных на пластине 2 корпуса 1 загрузочной воронки. Поршни движутся в цилиндрах, выполненных в общей колодке 7. Уплотнение поршня осуществляется сальниковый набивкой 6 и гайкой 5.

Колодка цилиндров вставлена в паз корпуса воронки. В нижней части цилиндра находится золотниковая планка 11, совершающая возвратно-поступательное движение в направлении, перпендикулярном плоскости чертежа. В планке имеются каналы 12, соединяющие полость цилиндра с воронкой; расстояние между каналами равно шагу установки поршней и шагу осей цилиндров. Между каналами в планке просверлены отверстия 9. Когда золотниковая планка займет положение 11, а отверстия 9 соединят полости цилиндра с выходными насадками 10, канал 12 планки уйдет из-под цилиндра и разобьит

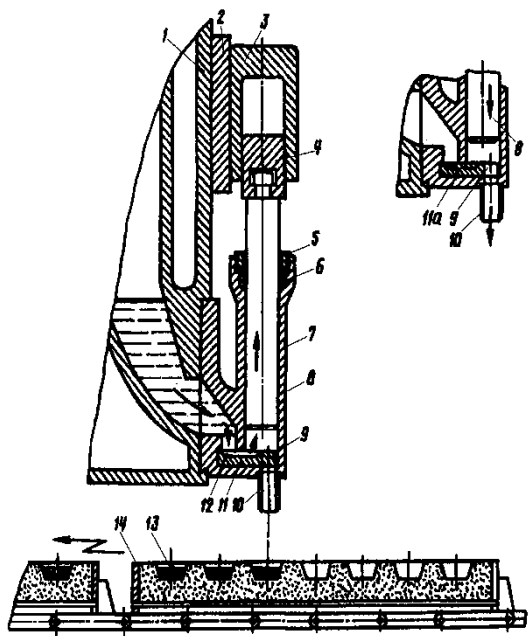


Рис. 71. Схема дозирующего устройства отливочного механизма

назначена для наполнения заготовок пирожных кремом и отделки верхней поверхности. Основные части машины - горизонтальный цепной конвейер 1 с ячейками 2, механизм 3 ориентирования заготовок, нагнетатель начинки 8, намазывающее устройство 9, а также привод. В механизм 3 входят девять наклонных лотков 7, разделенных перегородками 4, и гребенка 5, соединенная цепной передачей 6 с приводом.

Нагнетатель начинки (рис. 72) имеет емкость 5, на выходе из которой установлена золотниковая коробка 4 с золотником 7. Он последовательно соединяет емкость 5 с поршневой коробкой 3.

Размещенный внутри нее поршень 2 содержит полуиглу 8, служащую одновременно для прокалывания заготовки 20 и наполнения ее внутренней полости начинкой. Поршень 2 соединен с приводом 1.

Ось иглы совпадает с осью заготовки 20, расположенной в ячейке 19 цепного конвейера. К игле 8 по всей ее длине прикреплена прямоугольная пластина 9, предотвращающая поворот заготовки на игле. В емкости 5 находится диск 6, который силой своей тяжести подпрессовывает начинку.

Намазывающее устройство содержит емкость 15 с водяной рубашкой 14 для отделочного полуфабриката. На выходе из нее размещена коробка 13 с золотником 12, соединяющим последовательно емкость 15 с поршневой коробкой

цилиндр и воронку. При движении поршня вверх масса всасывается из воронки в цилиндр, при движении вниз выдавливается через насадки 10.

Число поршней равно числу ячеек 13 в поперечном сечении лотка 14, которые были выдавлены в крахмале штампуящим механизмом.

Техническая характеристика: производительность - до 1200 кг/ч; число отливочных механизмов - 2; вместимость воронки - 132 л; число отливов в минуту - 20...45; число мерных цилиндров и поршней - 48; установленная мощность - 11 кВт.

### Отделочная машина БЭО (рис. 72)

пр  
ед

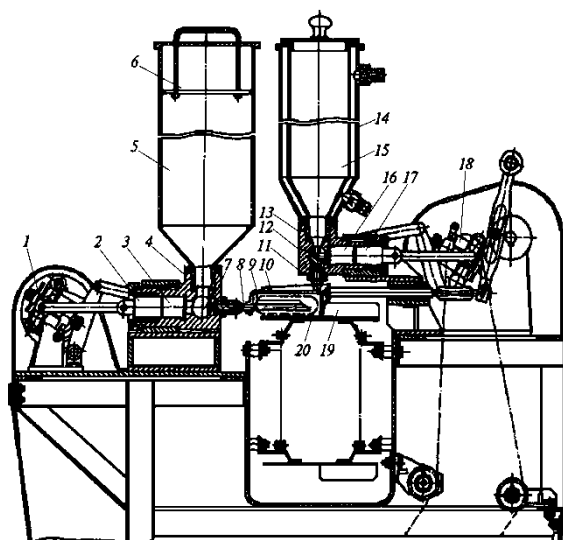


Рис. 72. Отделочная машина БЭО

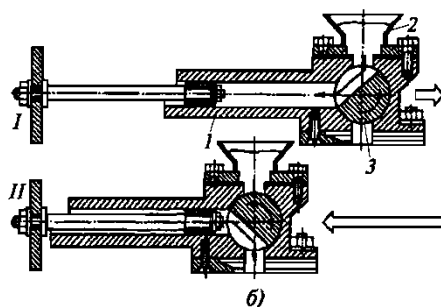
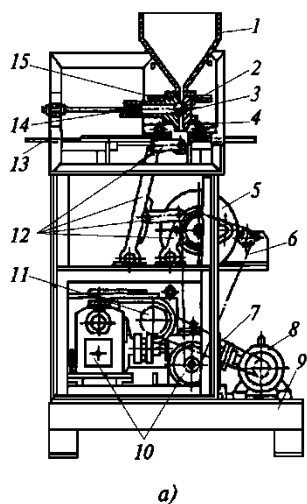
16 с размещенным внутри нее поршнем 17 и поршневую коробку 16 с полрой насадкой 11, через которую на верхнюю поверхность заготовки наносится отделочный полуфабрикат. Отверстие насадки 11 для выхода отделочного полуфабриката расположено над отверстием иглы 8 для вывода начинки.

В одной вертикальной плоскости с иглой 8 и насадкой 11 установлено приспособление для надвигания на иглу и съема с нее заготовки, выполненное в виде скобы 10, жестко соединенной со штоком, сообщающим скобе от привода 18 возвратно-поступательное движение. В скобке со стороны иглы выполнено отверстие для ввода и вывода ее.

Техническая характеристика: производительность - до 1000 заготовок в час; вместимость емкостей дозаторов - до 12 дм<sup>3</sup>; установленная мощность - 11 кВт.

**Осадочная машина БПЭ** (рис. 73, а) предназначена для формования тестовых заготовок непосредственно на ленту печного конвейера.

Она состоит из следующих основных узлов: подвижной отсадочной камеры 15, рычажно-кулачковых механизмов 12 и привода, смонтированных на станине 9 рамной конструкции. Машина работает от электродвигателя 8, который через ременную передачу 7, вариатор 11, два редуктора 10 и цепную передачу 6 приводит в движение кулачок 5. Последний через рычажно-кулачковые механизмы 12 приводит в движение отсадочную камеру 15, совершающую возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. Камера 15 перемещается по раме на роликах 4 относительно непрерывно движущегося конвейера 13 печи.



В камере 15 расположены поршни 14, закрепленные неподвижно в станине машины, и золотник 2, который поворачивается на 90° специальным копировальным устройством. Над камерой установлен бункер 1, тестовая заготовка отсаживается через насадку 3.

Рис 73. Отсадочная машина БПЭ

Меняя скорость движения подвижной отсадочной камеры 15 относительно конвейера 13, можно изменять форму тестовых заготовок. Когда камера движется быстрее ленты печного конвейера, получают заготовки удлиненной формы. При совпадении скоростей образуются изделия, форма которых зависит только от конфигурации насадок, например тестовые заготовки круглой формы для пирожных типа буше, безе и миндальное.

Принцип действия отсадочной машины (рис. 73, б) заключается в следующем. При движении камеры 15 вправо (положение I) тесто засасывается из бун-

камера 2 в количестве, необходимом для отсадки одной заготовки. При движении камеры 1 влево золотник 3 поворачивается на  $90^\circ$  (положение II) и тестовая заготовка отсаживается на стальную ленту печного конвейера.

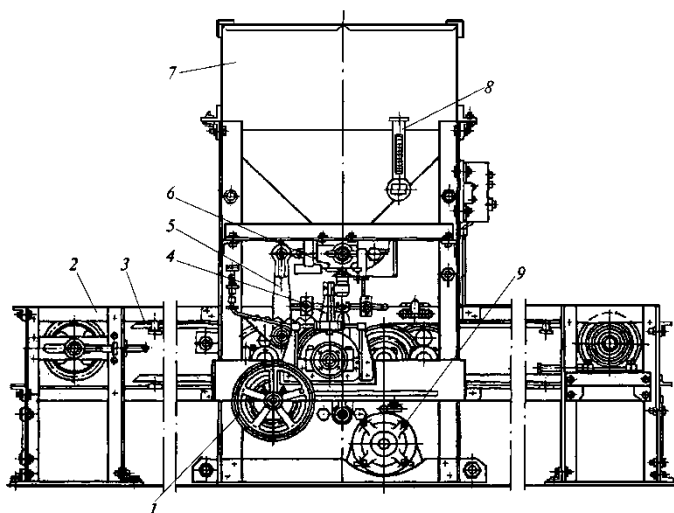
Техническая характеристика: производительность - 900 шт/ч; число отсадок в ряду - 9; длина корпуса пирожного -  $130 \pm 5$  мм; установленная мощность - 1,5 кВт.

**Зефиrootсaдочная машина К-33** (рис. 74, а) предназначена для отсадки на деревянные лотки половинок зефира, имеющих форму «ракушки» или «пирожка».

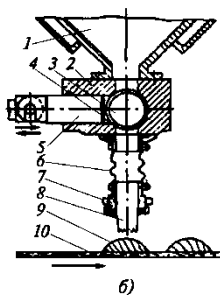
Деревянный лоток устанавливается на двухцепной основной транспортер 2. Цепи транспортера гонками перемещают под загрузочным бункером 7. Нижняя часть бункера имеет рубашку для обогрева. Термометр 8 регистрирует температуру воды в рубашке. Плунжер дозирующего механизма приводится в движение от кулачка через рычажный механизм 5. Насадки имеют сложное движение. Они движутся вдоль основного транспортера от одного кулачка и перпендикулярно транспортеру от другого при отсадке половинок зефира «ракушка». Движение насадок вдоль транспортера производит рычаг 4. Приводится машина от электродвигателя 9. Для проварачивания машины вручную служит маховик 1. Машина имеет две скорости работы. При отсадке зефира «ракушка» число циклов 65,4 в минуту, а для зефира «пирожок» - 29,5 цикла в минуту. Переход на отсадку половинок зефира «пирожок» производится заменой кулачков и изменением скорости двухскоростной коробкой скоростей. При этом насадки имеют движение по направлению основного транспортера.

Поршневой дозирующий механизм машины показан на рис. 9, б. К бункеру 1 крепится дозирующий механизм, состоящий из корпуса 2, золотника 3, мерных цилиндров 4 с плунжерами 5, совершающими медленное возвратно-поступательное движение при выдавливании массы через насадки поворачивается по часовой стрелке на угол 0,5 рад. Число камер золотника 3, мерных цилиндров 4, плунжеров 5 и гофрированных трубок с насадками 8 равно шести. При медленном движении плунжера 5 из мерного цилиндра масса должна заполнять освобождаемое пространство, не отставая от плунжера. Между плунжером и массой давление не должно быть меньше атмосферного. Зефирная масса должна заполнять мерные цилиндры лишь действием гидростатического давления, иначе это неизбежно приведет к разрушению пенообразной структуры зефирной массы.





a)



б)

Рис. 74. Зефиросадочная машина К-33  
а-общий вид; б-дозировующее устройство

При движении поршня внутрь мерного цилиндра масса выдавливается через гофрированные трубки и зубчатые насадки, при этом имеет рифленую поверхность. В конце выдавливания насадки открываются от массы, находящейся на лотке 10, и изделие приобретает форму ракушки 9.

Техническая характеристика: производительность - 312 кг/ч; число циклов струны -  $0,49 \dots 1,09 \text{ с}^{-1}$ ; противни -  $1400 \times 400 \text{ мм}$ ; потребная мощность - 1,0 кВт.

**Шнековый макаронный пресс ЛПЛ-2М** (рис. 75) состоит из привода 1, дозирующего устройства 2, тестомесителя 3, прессующей головки 4, обдувочного устройства 5, системы трубопроводов и прессующего корпуса 8, установленных на общей станине 7.

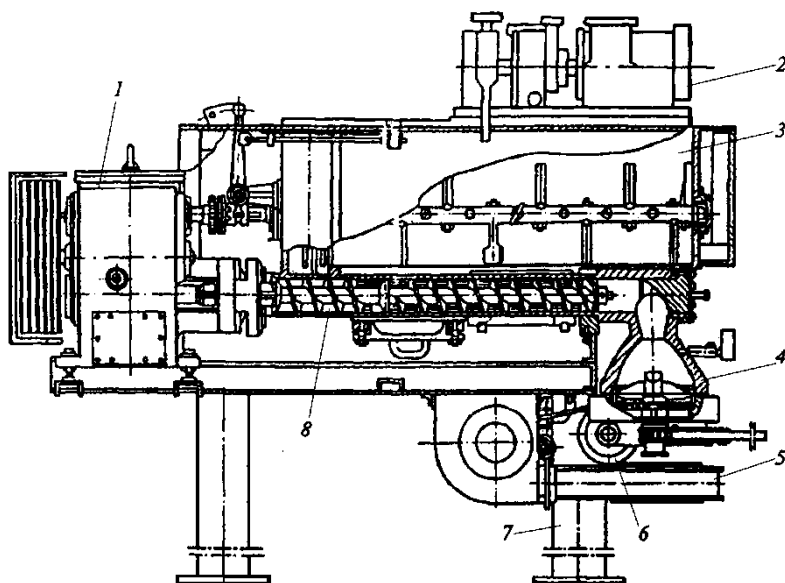


Рис. 75. Шнековый макаронный пресс ЛПЛ -2М

Пресс комплектуется механизмом резки 6, набором круглых матриц и вакуумной системой.

Матрица является основным рабочим органом пресса и представляет собой металлический диск (круглая матрица) или прямоугольную пластину (тубусная матрица) со сквозными отверстиями, профиль которых определяет форму изделий.

делий.

Шнековый макаронный пресс работает следующим образом. Мука самотеком непрерывно из бункера поступает в дозатор, из которого вращающимся

шнеком подается в тестомеситель. Одновременно подогретая вода с температурой 40...60 °С из дозатора по трубе поступает в тестомеситель. В зависимости от влажности муки расход воды составляет 80...90 кг/ч. Расход воды на охлаждение прессующего корпуса 110 кг/ч. При нормальной работе пресса тесто должно заполнять 2/3 объема корыта и иметь небольшой уклон по направлению к выходному отверстию.

Необходимый уровень заполнения корыта тестом достигается регулированием плоскости концов лопаток к оси вала, которые отбрасывают определенную часть комочков теста в направлении от выходного отверстия к дозаторам. Отбрасывание теста в обратном направлении в оптимальных размерах необходимо для обеспечения нормальной циркуляции теста, что удлиняет время его нахождения в корыте до 10 мин и способствует набуханию клейковины и лучшей проработке теста лопатками и пальцами.

Замешенная в виде комочков и крупинок тестообразная масса из корыта смесителя через отверстие в нижней части направляется в прессующий корпус. При этом, регулируя заслонкой размер выходного отверстия, можно изменять количество теста, подаваемого в прессующий корпус, и тем самым изменять производительность пресса.

В прессующем корпусе тесто, продвигаясь, обтекает шайбу на шнеке и поступает в перепускной канал, где из него через вакуум-канал удаляются воздух и пары воды. Остаточное давление воздуха в прессующем корпусе составляет 10 кПа. Из перепускного канала тесто проходит сквозь решетку в прессующий корпус, захватывается витками шнека, нагнетается в головку и затем продавливается через формирующие отверстия матрицы при давлении 6,5...7,0 МПа.

Выходящие из матрицы макаронные изделия проходят обдувочное устройство, при этом они имеют температуру, равную температуре прессованного теста, которая составляет 45...50 °С.

В прессовом отделении значительно меньшая температура окружающего воздуха, в результате для изделий, выходящих из матрицы, создается температурный перепад, величина которого зависит от разности температур прессования и окружающей среды. Чем больше эта разность, тем выше температурный перепад и, следовательно, более интенсивное испарение влаги с поверхности изделия. Этот процесс происходит до тех пор, пока температура изделия и окружающей среды не выровняются, после чего на поверхности изделий возникает защитная корочка, которая препятствует слипанию изделий в процессе дальнейшей раскладки и сушки.

Техническая характеристика: производительность - до 375 кг/ч; частота вращения: прессующего шнека - 41 мин<sup>-1</sup>, вала тестомесителя - 82 мин<sup>-1</sup>; число резов режущего механизма - 18...2060 мин; расход воды на замес теста - 60...70 л/ч; вакуум, создаваемый в прессующем корпусе - 50...60 Па; производительность обдувателя - 500 м<sup>3</sup>/ч; потребная мощность - 23 кВт.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11**

### **Оборудование для дозирования пищевых сред и продуктов**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Плакаты .

#### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для дозирования пищевых сред и продуктов.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин.

#### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## Оборудование для дозирования пищевых сред и продуктов

**Объемные дозаторы сыпучих материалов** используются для дозирования муки, сахара, соли и т. п. К основным конструкторам относятся барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные, вибрационные (рис. 1)

**Барабанный дозатор** (рис. 76, а). Рабочий орган 1 расположен в корпусе 2 и имеет несколько карманов-ячеек, заполняемых материалом под действием силы тяжести. При регулировании производительности меняют объем карманов, перемещают заслонку 3 или изменяют частоту вращения барабана. Из карманов дозируемый материал поступает в выходной патрубок дозатора.

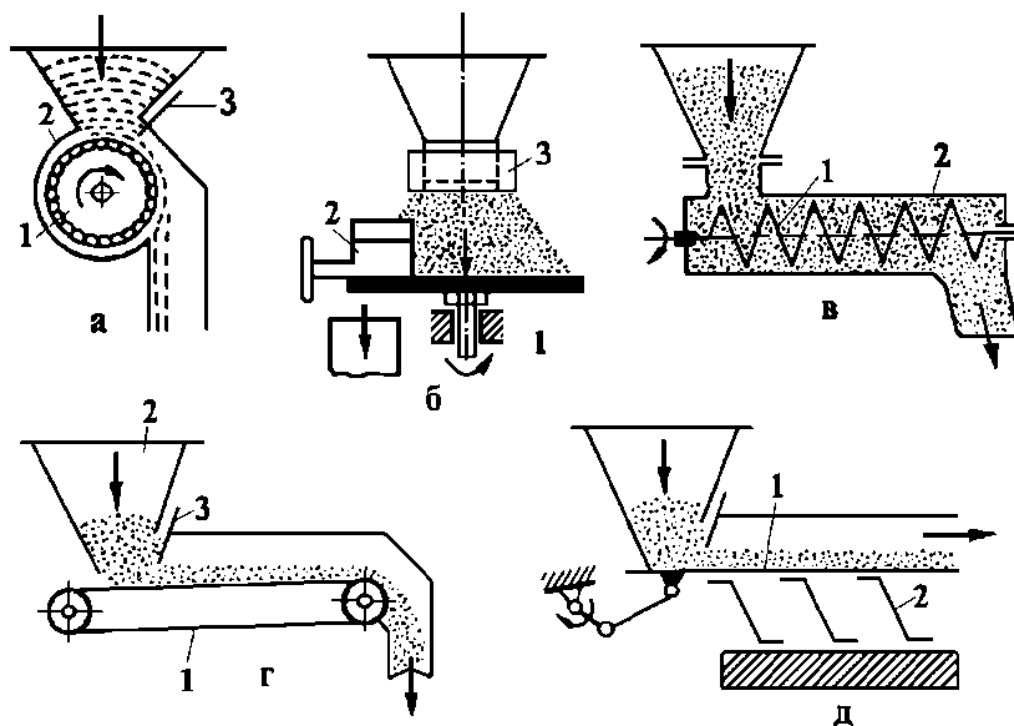


Рис. 76. Схемы дозаторов объемного типа

Производительность барабанного дозатора  $\Pi$  (кг/с)

$$\Pi = f \cdot V \cdot r \cdot g,$$

где:  $f$  — площадь выходного патрубка, м<sup>2</sup>;  $V$  — средняя скорость истечения продукта через отверстие, м/с;  $r$  — коэффициента заполнения выходного отверстия;  $g$  — объемная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>.

Производительность секторного барабанного дозатора  $\Pi$  (кг/с)

$$\Pi = \frac{1}{2\pi} \cdot V_c \cdot m \cdot g \cdot r \cdot \omega,$$

где:  $V_c$  — объем одного сектора или ячейки, м<sup>3</sup>;  $m$  — количество секторов;  $\omega$  — угловая скорость барабана, с<sup>-1</sup>.

Наиболее часто барабанные дозаторы используются в качестве питателей бункеров на складах бестарного хранения муки.

Тарельчатый дозатор (рис. 76, б) представляет собой горизонтальный вращающийся диск 1 (тарель), с которого материал сбрасывается скребком 2, вы-

сота слоя материала регулируется передвижной манжеткой 3, перекрывающей выходной патрубком бункера. Материал располагается на тарели усеченным конусом, размеры которого зависят от высоты расположения манжеты.

Производительность терельчатого дозатора Пт (м<sup>3</sup>/ч) зависит от объема продукта, снимаемого с тарели 1 скребком 2 и от числа оборотов тарели

$$П = 60 \cdot \frac{\pi \cdot h \cdot n}{\text{tg } \varphi_0} \cdot \left( R + \frac{h}{3 \text{tg } \varphi} \right),$$

где:  $h$  — высота подъема манжета над тарелью, м;  $n$  — число оборотов тарели, мин<sup>-1</sup>;  $R$  — радиус манжета, м;  $\varphi_0$  — угол естественного откоса продукта.

**Шнековый дозатор** (рис. 76, в) представляет собой короткий шнек 1 в кожухе 2, забирающий материал из бункера. Производительность дозатора может регулироваться частотой вращения шнека. Применяется только для хорошо сыпучих не уплотняющихся материалов. Производительность  $П_m$  (м<sup>3</sup>/ч) определяется выражением

$$П_m = 10 \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot S \cdot n \cdot \varphi \cdot \varphi_1,$$

где:  $D$  — диаметр шнека, м;  $d$  — диаметр вала шнека, м;  $S$  — шаг шнека, м;  $n$  — число оборотов шнека, мин<sup>-1</sup>;  $\varphi$  — коэффициент заполнения;  $\varphi_1$  — коэффициент уплотнения материала.

**Ленточный дозатор** (рис. 76, з) является коротким ленточным конвейером 1, расположенным под питающим бункером 2. Подачу материала можно регулировать перемещением заслонки 3 или изменением скорости конвейера, от 0,1 до 0,5 м/с. Предназначен для дозирования плохо сыпучих и важных материалов.

**Вибрационный дозатор** (рис. 76, д) имеет рабочий орган в виде колеблющегося лотка 1, подвешенного на гибких опорах 2. При вибрации лотка сыпучий материал перемещается в продольном направлении.

**Весовые дозаторы** (рис. 77) применяются при порционном и непрерывном тестоприготовлении. Дозаторы периодического действия основаны, как правило, на использовании квадрантных или рычажных весовых механизмов.

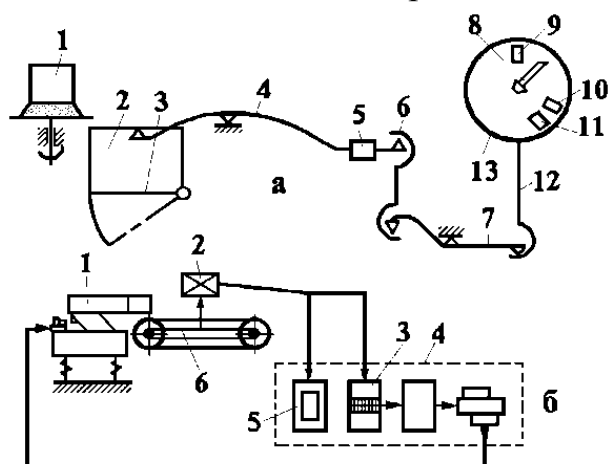


Рис. 2. Схема дозаторов муки весового типа

**В порционном дозаторе для сыпучих компонентов** (рис. 77, а) на призмах малого плеча грузоприемного рычага 4 подвешен бункер 2 с открывающимся дном 3. Большое плечо при помощи тяг 6, 12 и промежуточного рычага 7 связано с циферблатным указательным прибором 13, на котором установлены датчики 10 и 11 грубой и точной массы, датчик 9 нулевого положения стрелки 8. На большом плече расположен также противовес 5.

Управление питателем 1 и исполнительным механизмом открывания дна бункера производится по сигналам датчиков 9-11.

При включении дозатора начинает работать питатель с полной производительностью. По мере заполнения бункера стрелка 8, перемещаясь по циферблату, достигает датчика 10 грубого взвешивания массы, которой переводит питатель в режим малой производительности – досыпки. По достижении точной массы датчик 11 дает команду на выключение питателя и открытие дна бункера.

**Дозатор непрерывного действия** (рис. 77, б) обеспечивает высокую точность дозирования сыпучих компонентов при непрерывных процессах тесто-приготовления.

Питатель 1 подает дозируемый продукт на короткий конвейер 6, движущийся с постоянной скоростью. Масса продукта на конвейере непрерывно преобразуется весовым устройством 2 в пропорциональный электрический или пневматический сигнал, который поступает в систему регистрации и автоматического управления 4, интегрирующий 5 и регистрирующий 3 приборы. Эта система обеспечивает заданную производительность питателя.

Системы автоматического непрерывного весового дозирования обладают гибкостью и хорошо сочетаются с современными средствами комплексной механизации и автоматизации производства и микропроцессорной техникой.

**Дозатор МД-100** (рис. 78) относится к дозаторам периодического действия и работает по весовому способу дозирования.

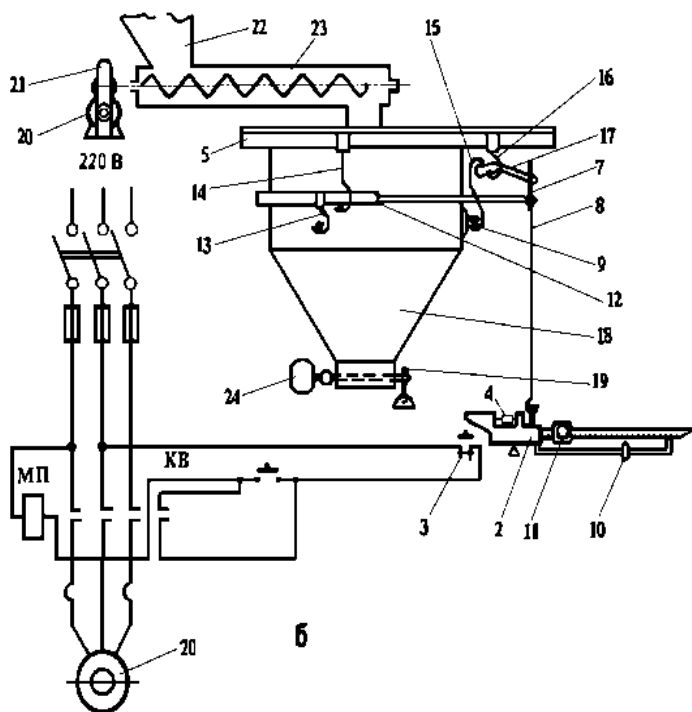


Рис. 78. Дозатор муки МД-100

Он состоит из бункера 18, опирающегося тремя призмами 9 на опоры, две из которых расположены в серьгах 13, закрепленных на двойном рычаге 12, а одна – в серьге 15, которая соединена с малым рычагом 17.

Двойной и малый рычаги с помощью длинной серьги 14 и короткой 16 подвешены к раме 5. Одновременно двойной и малый рычаги через двойную серьгу 7 и тягу 8 соединены с весовым коромыслом 2, на котором нанесены деления, соответствующие массе муки в бункере. Коромысло заключено в кожух 1, укрепленный на подвеске 6.

Передвижной гирей 11 (рис. 78) на шкале коромысла устанавливают заданную массу муки. При этом коромысло, опускаясь, ртутным

прерывателем 3 замыкает цепь управления электродвигателя 20. Затем нажатием пусковой кнопки КВ замыкают цепь магнитного пускателя МП, который включает электродвигатель; последний через редуктор 21 приводит в движение питающий шнек 23, подающий муку из силоса 22 в бункер автомукомера. При достижении мукой в бункере заданной массы коромысло, приходя в равновесие, ртутным прерывателем размыкает цепь магнитного пускателя, в результате электродвигатель выключается, шнек останавливается, и подача муки в бункер прекращается. Взвешенная порция муки поворотом заслонки 19 направляется в емкость для замеса теста. Открытие заслонки может осуществляться также автоматически исполнительным механизмом 24.

Точность дозирования автомукомеров этого типа составляет  $\pm 2\%$ . Пределы взвешивания у МД-100 от 10 до 100 кг, у МД-200 соответственно от 20 до 200 кг. Для повышения точности дозирования питающий шнек выполняется с переменным шагом, который увеличивается в сторону выходного патрубка; кроме того, корректировка массы производится гирькой 10 дополнительной шкалы. Балансировка весового коромысла производится с помощью гирьки 4. Если при установке передвигной гирьки на ноль коромысло не придет в равновесие, то путем вращения передвигают на резьбе гирьку 4 в ту или иную сторону до тех пор, пока не установится равновесие.

**Дозаторы объемного типа для жидких компонентов** - основанные схемы приведены на рис. 79.

**Дроссельный дозатор** (рис. 79, а) обеспечивает формирование струи жидкости определенного сечения, вытекающей из емкости при известном напоре.

Дроссельный дозатор представляет собой емкость 1, в которой при помощи поплавкового клапана 2 поддерживается постоянный уровень. Жидкость сливается по трубопроводу 3, на котором установлено дросселирующее устройство 4. Регулирование расхода возможно за счет изменения проходного сечения или величины напора.

Следует учитывать, что при дозировании жидких компонентов возможно выделение кристаллов соли и сахара, а также появление отложений жира на стенках трубопровода и поверхности сечений дросселирующего устройства, что приводит к изменению расхода компонентов в зависимости от продолжительности работы дозатора.

При дозировании этим способом раствора дрожжей и жидкой опары наблюдаются большие отклонения в расходе из-за колебаний вязкости и плотности.

**Барабанный дозатор** (рис. 79, б) осуществляет непрерывное объемное дозирование жидких компонентов за счет формирования тонкого слоя на поверхности быстро вращающегося барабана. Барабан 1, погруженный в емкость 2 постоянного уровня на глубину около 0,3 радиуса барабана, должен вращаться со скоростью 2-3 м/с. Налипший слой жидкости скребком 3 направляется в тестомесильную машину. Увеличение поверхности смешиваемых потоков ускоряет образование однородной смеси.

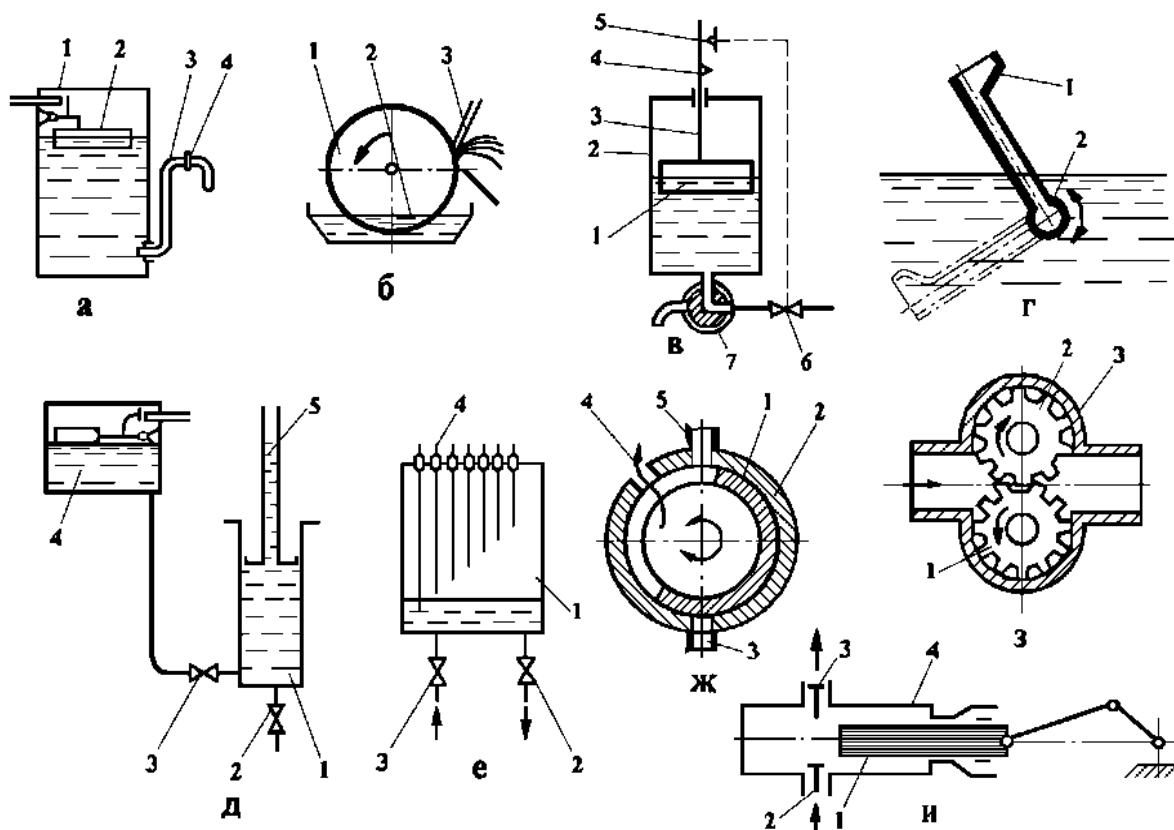


Рис. 79. Схемы дозаторов объемного типа для жидких компонентов

Работа других дозаторов объемного типа основана на сливе компонента из мерной емкости. Здесь выделяют дозаторы со свободным истечением (черпаковые, стаканчиковые, дозаторы фиксированного уровня, электродные и др.) и дозаторы с принудительным опорожнением (поршневые, шестеренные).

**Поплавковый дозатор** (рис. 79, в) имеет мерную емкость 2, в которую жидкость поступает через электромагнитный клапан 6 и трехходовый кран 7. При наполнении емкости поплавок 1 поднимается вместе со стержнем 3. Когда отмерена заданная порция жидкости, контакт 4 замыкает цепь через неподвижный контакт 5, и электромагнитный клапан 6 закрывает доступ жидкости. Изменение дозы регулируется перемещением контакта 4 по стержню. После поворота крана 7 на 90° против часовой стрелки производится слив отмеренной порции в дежу тестомесильной машины.

**Черпаковый дозатор** (рис. 79, з) имеет мерные емкости, периодически погружающиеся в жидкость в баке постоянного уровня. После заполнения черпак 1 поднимается и за счет сил гравитации отмеренная порция сливается через трубку 2, на которой закреплена мерная емкость. Заданный объем регулируется вытеснительными стаканами, помещенными внутри черпака. Недостатком конструкции является невысокая точность дозирования компонентов, имеющих переменную плотность.

**Дозатор фиксированного уровня** (рис. 79, д) работает по принципу заполнения мерной емкости 1 через впускной клапан 3 до уровня, соответствующего расположению жидкости в баке 4 постоянного уровня. Слив набранной



дозы производится через выпускной клапан 2. Величина дозы регулируется путем вертикального перемещения трубки 5.

Преимуществами этого дозатора являются высокая точность дозирования, удобство регулирования при изменении рецептуры и достаточная частота выдачи доз, недостаток – резкое снижение точности дозирования при уменьшении расхода из-за большого объема клапанной коробки.

**Электродный дозатор** (рис. 79, е) используется для порционного отмеривания электропроводных растворов. В дозаторе этой конструкции фиксация уровня в мерной емкости 1 осуществляется с помощью системы электродов 4. Впуск раствора производится через электромагнитный клапан 3. По мере заполнения емкости уровень раствора повышается и доходит до включенного электрода. В этот момент клапан 3 закрывается. Слив дозы осуществляется через электромагнитный клапан 2.

**Стаканчиковый дозатор** (рис. 79, ж) имеет два основных элемента: вращающийся стакан 1 и неподвижный корпус 2. В корпусе выполнены отверстия 5, 3 и 4 соответственно для подачи компонента, слива отмеренной дозы и удаления воздуха. При совпадении паза в стакане с отверстием 5 мерная емкость заполняется дозируемой жидкостью. После поворота стакана на 180° отмеренная доза сливается через отверстие 3.

Стаканчиковые дозаторы, слив из которых осуществляется самотеком, применяют для подачи воды, растворов соли, сахара, дрожжей и жира. Дозаторы просты в изготовлении и обслуживании. В них легко и быстро можно изменить расход компонентов. Дозаторы можно собирать в блоки с общим приводом для подачи нескольких компонентов. Недостатком дозаторов является невысокая точность дозирования вследствие утечки жидкости через зазоры.

Для объемного дозирования жидких компонентов часто используют насосы-дозаторы, из которых наибольшее распространение получили поршневые и шестеренчатые.

**Шестеренный дозатор** (рис. 79, з) имеет две шестерни, одна из них (ротор 1) получает вращение от электродвигателя, другая (замыкатель 2) – свободная, приводится в движение первой шестерней.

Ротор, вращаясь по часовой стрелке, передает движение замыкателю. Когда зубья шестерен выходят из зацепления, создается разрежение и происходит всасывание жидкости в корпус 3. Шестерни захватывают жидкость и перемещают ее в направлении вращения. Когда зубья вновь входят в зацепление в области нагнетательного патрубка, жидкость, находящаяся в полостях между зубьями и стенками корпуса, вытесняется в нагнетательный трубопровод.

**Поршневой дозатор** (рис. 79, и). При движении поршня 1 вправо в рабочей камере создается разрежение и жидкость через всасывающий клапан заполняет камеру. При движении поршня влево всасывающий клапан 2 закрывается, поршень давит на находящийся в рабочей камере жидкий компонент и последний через нагнетательный клапан 3 вытесняется в трубопровод.

Преимуществом дозаторов поршневого типа является стабильность расхода жидкости при изменении сопротивления в магистрали нагнетания. Произво-

длительность такого дозатора зависит только от хода поршня при заданной частоте вращения привода, что позволяет получить высокую точность дозирования. К недостаткам поршневых дозаторов следует отнести пульсирующую подачу жидкого компонента.

**Весовое дозирование жидких компонентов** применяется при периодическом режиме работы. В таком дозаторе (рис. 80) используются эластичные мембраны, воспринимающие давление столба дозируемого компонента и передающие усилие на весовой механизм. Дозатор состоит из емкости 1, вертикального стержня 3 с эластичной мембраной 2, весового механизма 4, контактной колодки 5, управляющей впускными и выпускными электромагнитными клапанами. Величина дозы регулируется установкой гири на весовом механизме.

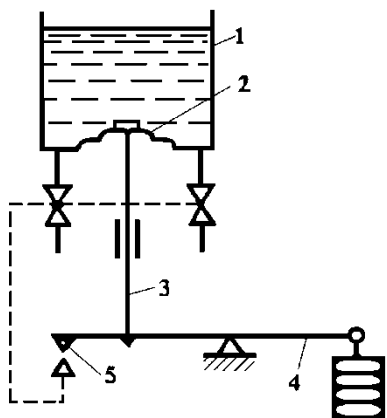


Рис. 80. Схема дозатора весового типа для жидких компонентов

Дозировочная станция представляет собой ряд дозаторов, смонтированных в единую установку, позволяющую производить поочередное или одновременное дозирование всех жидких ингредиентов.

Преимуществом дозировочных станций является возможность создания единых механизмов, устройств и схем управления для ряда дозаторов, а также компактность, позволяющая сократить занимаемую производственную площадь.

**Тестоделительные машины** являются специальными дозирующими устройствами и должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) возможность регулирования массы отмериваемого куска теста в заданных пределах в зависимости от сорта, состава и консистенции теста;
- 2) полное заполнение тестом заданного объема мерного кармана или постоянную скорость выпрессовывания жгута;
- 3) постоянную плотность теста отмериваемых кусков для обеспечения точности массы кусков.

В зависимости от способов нагнетания полуфабриката тестоделители можно классифицировать на машины с поршневым, шнековым, валковым, лопастным, комбинированным нагнетанием.

**Тестоделители с поршневым нагнетанием** являются наиболее распространенными. Они обеспечивают большую точность деления, так как в этих машинах возможно достичь значительного давления на тесто в конце нагнетательного процесса (при большем давлении имеет место меньший разброс плотности теста).

Принципиальная схема тестоделителя с поршневым нагнетанием и поступательным движением делительной головки изображена на рис. 81. Машина

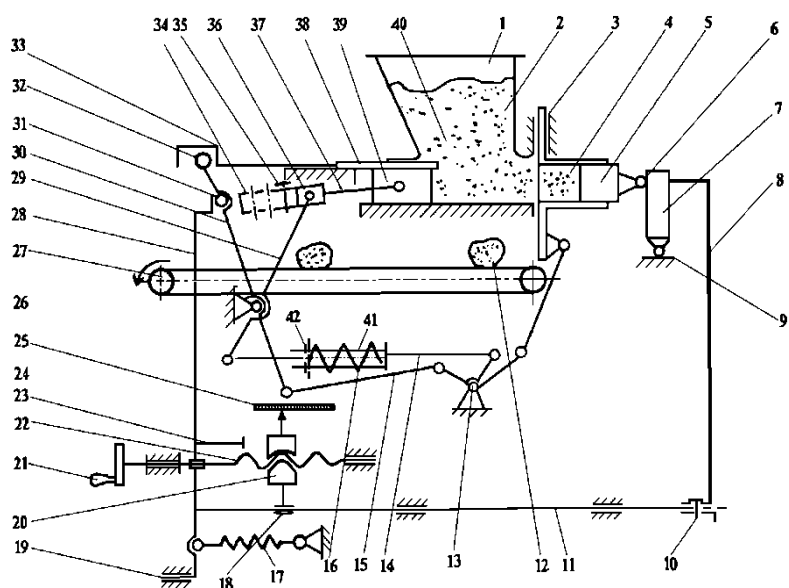


Рис. 81. Делительная машина с поршневым нагнетанием и поступательным движением делительной головки

работает следующим образом. Тесто 2 поступает в приемную воронку 1, а из нее – в камеру нагнетания 40. В это время заслонка 38 и нагнетательный поршень 39 находятся в крайнем левом положении. Затем заслонка и поршень движутся вправо, причем заслонка опережает поршень и отсекает камеру нагнетания от приемной воронки. Под действием поршня тесто в камере нагнетания сжимается до рабочего давления 0,10-0,15 МПа. В это время делительная головка 3 поднимается и занимает крайнее верхнее положение. При этом мерный карман 4 делительной головки соединяется с камерой нагнетания; тесто из нее перемещается в мерный карман и сдвигает дозировочный поршень 5 в крайнее правое положение до упора его ролика 6 в опору 7. Затем делительная головка опускается вниз. Когда она займет крайнее нижнее положение, дозировочный поршень выталкивает кусок теста 12 из мерного кармана на непрерывно движущийся ленточный конвейер 27.

Для установки необходимой массы куска теста имеется механизм регулирования, который работает следующим образом. Маховичком 21 вручную вращают винт 22, который не имеет возможности перемещаться в осевом направлении. При этом гайка 20 со стрелкой 24 смещается в осевом направлении до тех пор, пока стрелка не займет необходимого положения на неподвижной шкале 25. При нагнетании теста в мерный карман давление на тесто заставляет опору 7 с роликом 9, катящимся по неподвижной направляющей, а также рычаг 8, штангу 11 и рычаг 28 перемещаться вправо до тех пор, пока упор 23 рычага 28 не упрется в неподвижную гайку 20. Таким образом, каждому заданному положению гайки соответствует определенный объем мерного кармана. Кроме давления на тесто, смещению рычага 28 вправо способствует пружина 17. Вращению гайки 20 вокруг оси винта 22 препятствует опора скользящая 18, жестко связанная с гайкой.

Привод рабочих органов (нагнетательного поршня, заслонки и делительной головки) осуществляется непрерывно вращающимся коленчатым валом 13, имеющим три колена. Одно колено через шатун 15, ролик 32 качающегося рычага

чага 30 и скобку 33 сообщает возвратно-поступательное движение заслонке 38. Второе колено через рычаги 14 и 26, замкнутые пружиной 16 стабилизатора давления 41, сообщает качательное движение рычагу 29. Этот рычаг через ползун 36, кулису 34 и рычаг 37 сообщает возвратно-поступательное движение нагнетательному поршню 39. Стабилизатор давления служит для ограничения максимального давления на тесто и предохранения машины от поломок вследствие перегрузок. Регулировка поджатия пружины стабилизатора давления осуществляется гайками 42.

Третье колено коленчатого вала обеспечивает возвратно-поступательное движение делительной головки.

Выталкивание куска теста из мерного кармана происходит при повороте качающегося рычага 30 против часовой стрелки. При этом ролик 31 этого рычага смещает рычаг 28 влево, что заставляет дозировочный поршень 5 двигаться также влево и выталкивать кусок теста из мерного кармана. При возвратно-поступательном перемещении рычаг 28 скользит в опоре 19.

Конструкция механизма нагнетательного поршня позволяет ступенчато регулировать ход поршня 39. Достигается это перестановкой пальца 35 в разные отверстия кулисы 34. При изменении хода поршня изменяется количество теста, заполняющего камеру нагнетания, а следовательно, изменяются степень сжатия и величина давления на тесто в конце процесса нагнетания.

**Тестоделительная машина со шнековым нагнетанием (рис. 82)** предна-

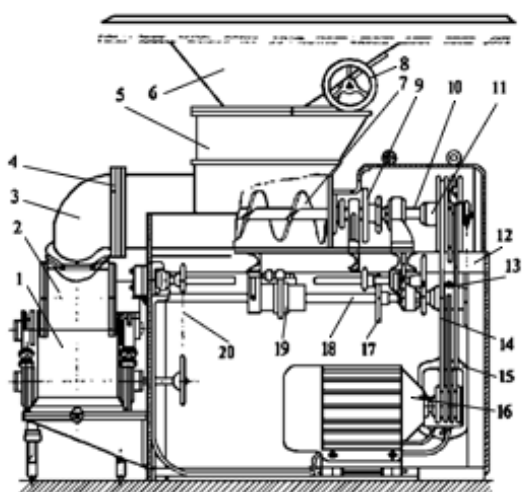


Рис. 82. Делительная машина со шнековым нагнетанием

значена для деления теста из ржаной, ржано-пшеничной и пшеничной обойной муки. Тесто из воронки 5 шнеком 7 нагнетается через угловой отвод 3 в мерный карман делительного барабана, периодически вращающегося внутри головки 2. Внутри мерного кармана расположен двусторонний поршень. При давлении теста поршень перемещается вниз до упорных шпилек, освобождая карман для заполнения тестом. По окончании заполнения кармана делительный барабан с помощью храпового механизма 19 поворачивается на 180°. При этом тесто, находящееся в камере, оказывая давление на двусторонний поршень, перемещает его вниз. При движении поршень выталкивает из кармана кусок теста, одновременно освобождая верхнюю часть мерного кармана для последующего заполнения. Куски теста поступают на приемный транспортер 1.

Регулирование массы кусков теста производится изменением объема мерного кармана путем сближения или удаления половинок поршня с помощью винта и пружины.

Машина приводится в движение от электродвигателя 16. Движение клиноременной передачи 15 передается на блок 11 шкива и звездочки, полый вал которых установлен на шариковых подшипниках на главном валу 10. Цепная передача 12 передает движение на блок звездочек 13, от которого цепной передачей 14 вращается вал 18. От этого вала цепной передачей 9 приводится во вращение главный вал 10 с нагнетательным шнеком 7. От вала 18 цепной передачей 20 приводится в движение ленточный транспортер 1. От главного вала цепной передачей 17 вращение непрерывно передается ведущему валу, а от него – делительному барабану.

Прерывистое движение барабана осуществляется с помощью специального механизма.

Тестоделитель выпускается с загрузочным бункером 6, который имеет заслонку, предназначенную для регулирования подачи теста в воронку делителя с помощью штурвала 8. Для предупреждения попадания инородных предметов в делительный механизм между фланцами отвода и корпуса шнека вставлена решетка 4. Левый конец шнека у решетки расположен в опорной чугунной втулке, которая с помощью четырех спиц соединена с фланцем.

Делительные машины со шнековым нагнетанием отличаются простой конструкции и значительным механическим воздействием на полуфабрикат. Такое воздействие нежелательно для пшеничного теста. Другим недостатком этих машин является значительное колебание давления в мерных карманах ввиду непрерывного вращения шнека и периодического отбора отмеренных кусков.

**Тестоделительные машины с валковым нагнетанием** предназначены для деления пшеничного теста при выработке массовых сортов хлеба и мелкоштучных изделий.

Нагнетание теста производится одной или двумя парами валков, вращающихся навстречу друг другу с постоянной скоростью. В этих машинах стабилизаторы давления, как правило, не используются. Мерные карманы могут быть расположены по окружности делительного барабана или по его образующей.

Валковый делитель для выработки батонообразных изделий (рис. 83) состоит из постаментов 1 с приводом 9, станины 2, приводного вала 3, приемной воронки с нагнетательными валками 4, делительного барабана 5, механизма регулировки массы куска теста и его выталкивания 6, сбрасывающего валика 7 и разгрузочного ленточного конвейера 8. К постаменту 1 сверху приварена несущая плита для крепления станины, внутри которой находится редуктор и электродвигатель на подвижной регулируемой плите. Внутри станины 2, состоящей из двух стоек на двух радиально-упорных подшипниках находится приводной вал 3. Приемная воронка состоит из тестовой камеры с одной парой нагнетательных валков и переходного патрубка (штуцера).

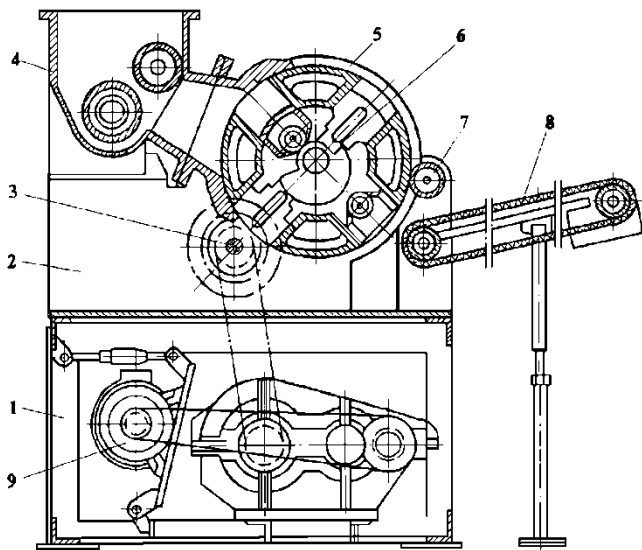


Рис. 83. Делитель с валиковым нагнетанием для выработки батанообразных изделий

телом вала с фланцем, один конец которого расположен в подшипнике качения, а второй закреплен на крышке кулака регулировки массы кусков теста, и механизма поворота кулачка регулировки.

Привод 9 машины осуществляется от электродвигателя через вариаторный шкив клиновыми ремнями на редуктор и затем с помощью цепных передач – на приводной вал 3 и все рабочие органы делителя – нагнетательные валки 4, делительный барабан 5, приводной барабан ленточного конвейера 8 и сбрасывающий валик 7.

Тесто поступает самотеком из бункера, расположенного над тестоделителем, в приемную воронку, откуда нагнетательными валками подается в тестовую камеру. При совмещении мерных карманов делительного барабана с отверстием переходного патрубка (штуцера) тесто заполняет карман. Под давлением теста поршни отжимаются к центру делительного барабана, пока не встретятся роликами с кулачком регулировки массы. При дальнейшем вращении барабана ролики поршней обкатываются по профилю кулачка. В этот период тесто уплотняется до тех пор, пока отверстие мерного кармана не выйдет из-под козырька переходного патрубка (штуцера).

При последующем вращении барабана ролики поршня переходят на профиль кулачка выталкивания тестовых заготовок. Поршни передвигаются к наружной поверхности делительного барабана и выталкивают отмеренную тестовую заготовку из мерного кармана на рифленый валик, с которого тестовая заготовка сбрасывается на транспортную ленту разгрузочного конвейера.

Для пуска машины нажимают кнопку «Пуск». При пробном пуске устанавливают производительность. Для этого отворачивают или заворачивают гайку и винты вариаторного шкива на электродвигателе с диаметра 110 мм на диаметр 140 мм, и наоборот. При этом отключают электродвигатель и регулируют натяжение клиновых ремней регулировочной стяжкой, состоящей из гайки с

Делительный барабан 5 имеет четыре радиально расположенных мерных кармана диаметром 125 мм, внутри которых перемещаются поршни. Каждый поршень снабжен пальцами и роликами. Для ограничения хода и предотвращения поворота на поршне прорезан паз, в который входит специальный болт. К фланцу барабана крепится шестерня, приводящая барабан в движение от приводного вала.

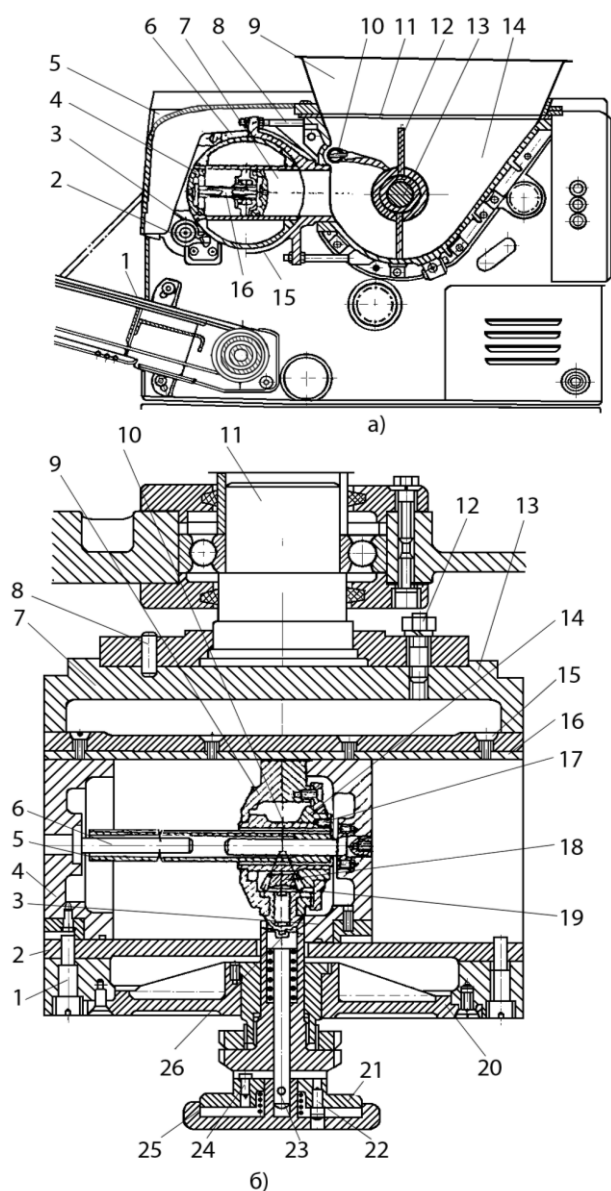
Механизм регулировки массы и выталкивания кусков теста 6 состоит из кулака выталкивания, закрепленного на центральном пустотелом валу с фланцем, один конец которого расположен в подшипнике качения, а второй закреплен на крышке кулака регулировки массы кусков теста, и механизма поворота кулачка регулировки.

правой и левой резьбой. При вращении гайки электродвигатель, прикрепленный к шарнирно установленной подmotorной плите, меняет свое положение.

При пробном пуске регулируют также массу кусков теста, изменяя объем мерных карманов делительного барабана механизмом регулирования. Для увеличения или уменьшения массы куска теста поворотом маховичка изменяют положение кулачка регулировки.

**Машины с лопастным нагнетанием** отличаются универсальностью: они могут перерабатывать пшеничное и ржаное тесто всех сортов.

В делителе с лопастным нагнетанием (рис. 84) деление теста осуществляется непрерывно вращающейся дели-



тельной головкой 6, расположенной в полусферическом козырьке 15. В головке имеется сквозной мерный карман 7, в который вставлен двусторонний поршень 4. Из бункера 9 тесто поступает в тестовую камеру 14, где оно захватывается непрерывно вращающейся лопастью 12, укрепленной на валу 13, и нагнетается в мерный карман. При этом вначале заслонка 11 открыта и содержащиеся в тесте газы выталкиваются в бункер. Затем заслонка, поворачиваясь по часовой стрелке, закрывается. При достижении в камере необходимого давления, тесто лопастью нагнетается в мерный карман, когда он находится напротив тестовой камеры. При этом избыток теста, приоткрывая заслонку 11, дросселируется в тестовой бункер, что исключает перегрузку делителя. Открытие заслонки при дросселировании осуществляется благодаря растяжению пружины, установленной в приводе заслонки.

При дальнейшем вращении делительной головки и совмещении кармана с тестовой камерой нагнетаемое лопастью тесто оказывает давление на поршень, который, освобождая мерный карман, одновременно выпрессовывает из него тесто. Отделенный кусок теста

отсекается ножом 3 и отбрасывается вращающимся валиком 2 на ленточный транспортер 1. Регулирование массы кусков теста осуществляется изменением объема мерного кармана путем вращения резьбовой втулки 16, что приводит к

Рис. 84. Делитель с лопастным нагнетателем:

а — общий вид; б — делительная головка

изменению общей длины поршня. Полусферический козырек крепится к корпусу тестовой камеры шпильками 8, и весь делительный механизм машины закрыт щитком 5.

Делительная головка (рис. 84, б) состоит из корпуса 13, в который запрессована гильза 2. Внутри гильзы помещен плавающий двусторонний поршень, состоящий из двух головок 3 и 4, связанных между собой резьбовой втулкой 5 и двумя винтами 6, имеющими правую и левую резьбу.

Механизм изменения расстояния между головками заключен в корпусе 9 с крышкой 19. Он состоит из пары конических шестерен 14, колеса 17 с втулкой 10, укрепленной на втулке 5, и ведущей конической шестерни 18. Изменение расстояния между головками поршня производится вращением штурвала 25, который через валик 23 со шлицами 26 передает вращение через коническую шестерню 14 втулке 5, при вращении которой перемещаются винты 6 совместно с головками поршня.

Вращение маховика возможно только после прижатия диска 21 со штифтами 22 и 24. Механизм регулирования установлен в крышке 20. Для предотвращения поворота головок поршня внутри гильзы винтами 15 и 1 укреплен сегментная вставка 16. Корпус делительной головки с помощью шпилек 12 крепится к фланцу, который укреплен на валу 11. Для нормальной установки головки согласно циклограмме служит штифт 8.

При делении теста на заготовки массой 1 кг зазор между концом заслонки и ступицей лопасти должен быть 6-8 мм. В зависимости от массы куска и консистенции перерабатываемого теста, зазор может меняться путем изменения длины тяги с помощью муфты, которая после регулирования затягивается контргайками. Зазор между цилиндрическими поверхностями делительной головки и козырьком 15 должен быть в пределах 0,03-0,06 мм по всей длине. Регулирование этого зазора производится изменением положения гаек на шпильках 8. Для обеспечения уплотнения между хвостовиком козырька и внутренней поверхностью отверстия вставлен уплотнительный шнур 10.

Производительность тестоделителя изменяется перестановкой ремня на двухступенчатых шкивах или установленным в приводе вариатором скорости.

Использование трехлопастного нагнетателя в сочетании с многокарманной делительной головкой снижает энергоемкость машины и увеличивает точность ее работы.



## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12**

### **Оборудование для сушки пищевых сред и продуктов**

Время изучения: 2 часа

#### **Оборудование рабочего места**

1. Плакаты .

#### **Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин для сушки пищевых сред и продуктов.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе машин.

#### **Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.

## Барабанные сушильные агрегаты

Барабанные сушилки применяются для сушки семян подсолнечника (одно- и двухбарабанные), зерна (СЗСБ-8), сахара-песка (СБУ-1), молочного сахара (СБА-1), отжатого жома (А2-ПСА), витаминной муки (АВМ) и других сыпучих материалов. Основным элементом барабанных сушилок является горизонтальный или наклонный (под углом  $\alpha = 3 \dots 5^\circ$ , рис. 86) вращающийся цилиндрический барабан, внутри которого перемещается по длине, перемешивается и сушится сыпучий продукт.

Внутри барабана установлены различного типа насадки (рис. 85), способствующие повышению эффективности процесса сушки. Конструкции насадок (внутренних устройств) выбираются в соответствии с требованиями технологического процесса (подъемно-лопастные – а, б, в; распределительные – д, е; концентрические – в, з; перфорированные – г, ж; канальные – ж, з, и и др.) Основной характеристикой сушильного барабана является его влагонапряжение по испаренной влаге  $A = 6 \dots 44 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ , величина которого зависит от степени заполнения и частоты вращения барабана, теплофизических свойств и размеров продукта, а также от температуры, влажности и скорости движения сушильного агента.

Барабан приводится во вращение при помощи зубчатого венца, надетого на него. Венцы находятся в зацеплении с зубчатым колесом редуктора. Частота вращения барабана  $1 \dots 8 \text{ мин}^{-1}$ . Диаметр барабана зависит от производительности сушилки и составляет  $600 \dots 2800 \text{ мм}$ .

Представленная на рис. 86 барабанная сушилка работает следующим образом. Влажный материал поступает в сушилку через питатель. При вращении барабана высушиваемый материал пересыпается и движется к разгрузочному отверстию. За время пребывания материала в барабане происходит его высушивание при взаимодействии с теплоносителем – в данном случае топочными газами, которые поступают в барабан из топки.

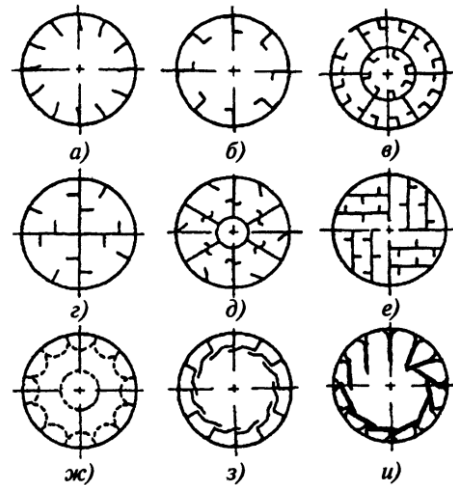


Рис. 85. Насадки сушильных барабанов

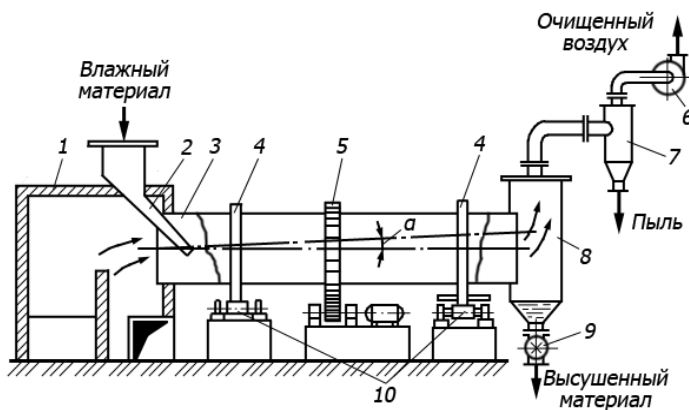


Рис. 86. Схема барабанной сушилки:

1 – топка; 2 – бункер; 3 – барабан; 4 – бандаж; 5 – зубчатое колесо; 6 – вентилятор; 7 – циклон; 8 – приемный бункер; 9 – шлюзовый питатель; 10 – опорные ролики.

Сушильные газы и материал могут двигаться прямотоком или противотоком. При прямотоке удается избежать перегрева материала, так как при этом горячие газы взаимодействуют с материалом с высокой влажностью. Чтобы исключить большой унос пыли, газы просасываются через барабан вентилятором со скоростью 2...3 м/с. Перед выбросом в атмосферу отработанные газы очищаются в циклоне.

**Барабанная зерносушилка СЗСБ-8** предназначена для сушки различных зерновых культур любой степени влажности и засоренности без предварительной очистки (рис. 87).

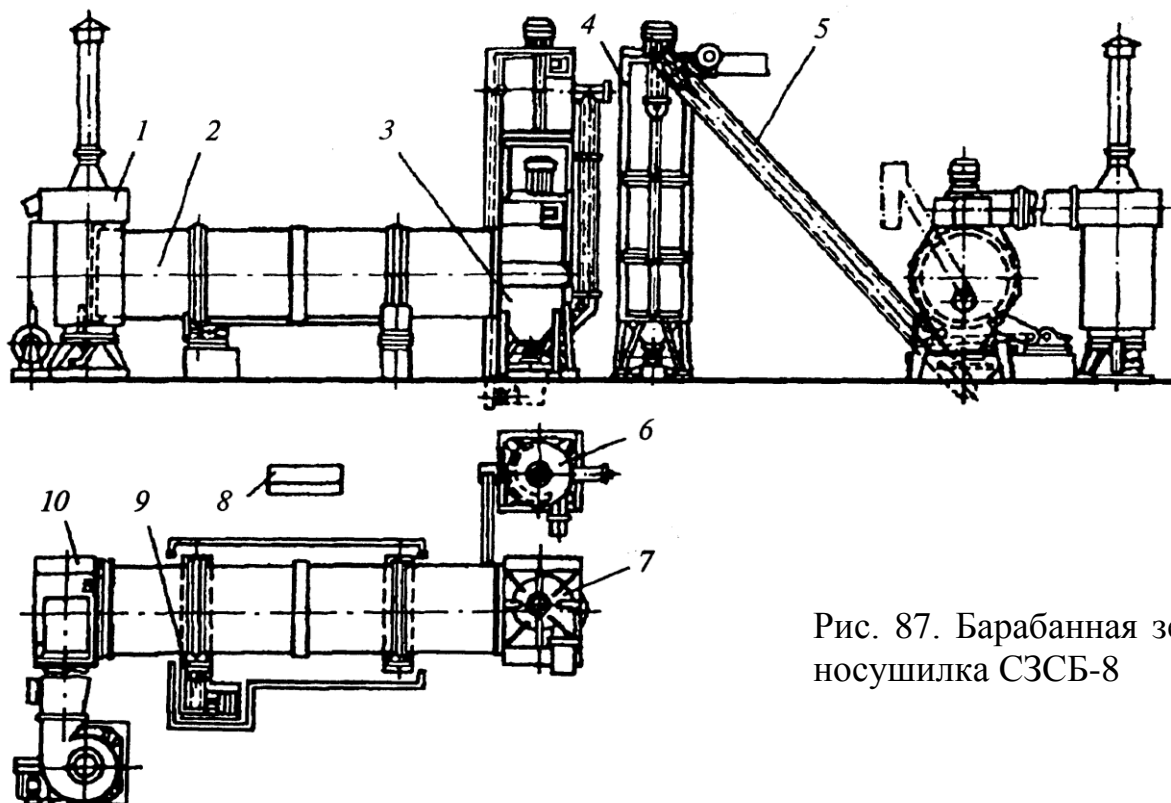


Рис. 87. Барабанная зерносушилка СЗСБ-8

Сушильный барабан шестисекционный с подъемно-лопастной системой внутренних устройств. В передней (конусной) части барабана шесть винтовых дорожек, подводящих материал к секторам. Сушильный барабан заканчивается конусным патрубком, к наружному фланцу которого присоединено съемное подпорное кольцо с шестью люлькам, и имеет два бандаж, которыми опирается на металлические ролики, приводящие барабан в движение за счет приводного механизма 9. Зерно выгружается непрерывно при помощи шлюзового затвора разгрузочной камеры 3 и разгрузочного элеватора 5.

Охлаждающая колонка 4 вертикальная, образована из двух концентрических цилиндров, нижняя часть которой перфорирована, верхняя – сплошная. Кольцевое пространство между цилиндрами служит емкостью для зерна, в которой происходит охлаждение. К верхней части внутреннего цилиндра присоединен всасывающий патрубок вентилятора 6, который отводит отработанный воздух.

Зерно через загрузочную камеру 10 поступает в сушильный барабан 2, где лопатки барабана и крестовины подхватывают зерно и поднимают его вверх, откуда оно сыпается вниз. При каждом таком сыпании под действием воздушного напора и подпора загрузки зерно перемещается вдоль барабана. Агент сушки, выходя из топки 1 и проходя через барабан 2, омывает сыпающийся с пола материал, высушивает его и отводится вентилятором 7.

Зерносушилка работает под разрежением во избежание утечки агента сушки через неплотности. Сочленение вращающегося барабана с загрузочной и разгрузочной камерами осуществляется через скользящие лабиринтовые уплотнения. Регулирование пропускной способности зерносушилки осуществляется с пульта управления 8.

Техническая характеристика: производительность по пшенице – до 8 т/ч; установленная мощность 28,2 кВт; расход условного топлива 95 кг/ч; испарительная способность – 560 кг испаренной влаги в час.

## 1. Ленточные конвейерные многоярусные сушилки

**Ленточные многоярусные конвейерные сушилки** применяют для сушки макаронных изделий, сухарей, фруктов, овощей, крахмала и др. Число конвейерных лент может достигать пяти.

Каждый транспортер ленточной сушилки (рис. 88) имеет индивидуальный привод, свободное сечение сетчатой ленты транспортера порядка 50%. Между ветвями транспортеров расположены калориферы – трубчатые ребристые подогреватели, обогреваемые паром. Воздух в сушилку подается вентилятором и проходит перекрестным по отношению к материалу потоком через ленты транспортеров. Отработанный воздух удаляется через зонт в трубу в верхней части сушилки. Скорость движения ленты транспортера регулируется вариатором в пределах 0,1...0,7 м/мин.

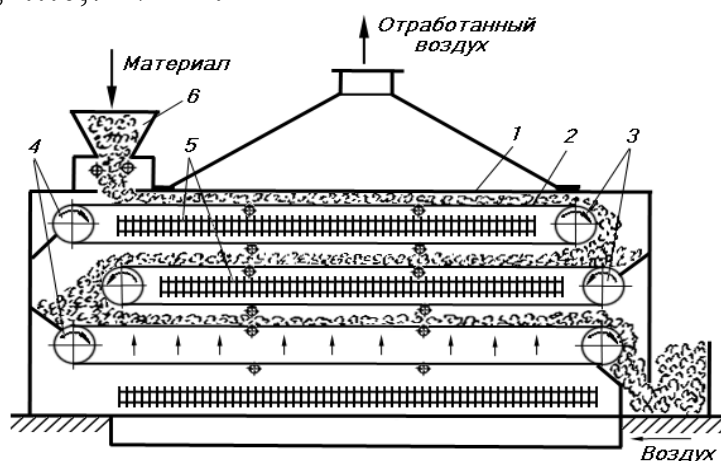


Рис. 88. Ленточная сушилка:

1 – корпус; 2 – ленточный конвейер; 3 – ведущие барабаны; 4 – ведомые барабаны; 5 – калориферы; 6 – бункер с загрузочным устройством.

К конвейерным сушилкам относятся Г4-КСК-90 (для сушки картофеля и овощей), СКО-90 (для сушки овощей и фруктов), СПК-4Г и ЛС-2А (для сушки короткорезанных и длинных макаронных изделий), 4СП (для сушки скрученного чайного листа) и др.

**Конвейерная ленточная сушилка Г4-КСК-90** (рис. 89) имеет сварной металлический корпус 3, внутри которого расположены пять ленточных транспортеров. Продукт загружается транспортером 2 на верхнюю ленту, последовательно перемещается с одной ленты на другую сверху вниз и выходит с нижней ленты со стороны, противоположной месту загрузки продукта в сушилку. На транспортере установлен раскладчик 1 скребкового типа, который приводится в движение от автономной приводной станции 12. Для нагрева воздуха между линиями транспортера установлены подогреватели, каждый из которых снабжен собственным подводом пара и отводом конденсата. Воздух поступает под нижнюю ленту, а затем последовательно проходит через подогреватели и все вышерасположенные ленты. Влажный воздух удаляется через вытяжные камеры 4 с помощью осевых вентиляторов 6 через воздухопроводы 9. Вытяжные камеры снабжены клапанами 7 для регулирования отвода сушильного агента.

Для перемешивания продукта с целью равномерной сушки и предотвращения слипания в начале верхнего ленточного конвейера установлен ворошитель-разравниватель, приводимый в движение от автономного привода 5.

Для привода ленточных конвейеров сушильной камеры служат две станции 10, одна приводит в движение первый, третий и пятый, а другая – второй и четвертый конвейеры. Для удобства обслуживания сушилка комплектуется лестницей 8, а также предусмотрен щит управления 11.

Техническая характеристика: производительность по сухому картофелю – 0,046 кг/с; производительность по испаренной влаге – 670 кг/с; площадь рабочей поверхности – 90 м<sup>2</sup>; ширина ленты – 2 м; число конвейеров – 5; скорость движения конвейера – 0,1...0,6 м/мин; общая площадь поверхности подогревателей – 1465 м<sup>2</sup>; общий расход пара 2400 кг/с; мощность электродвигателей – 14,7 кВт.

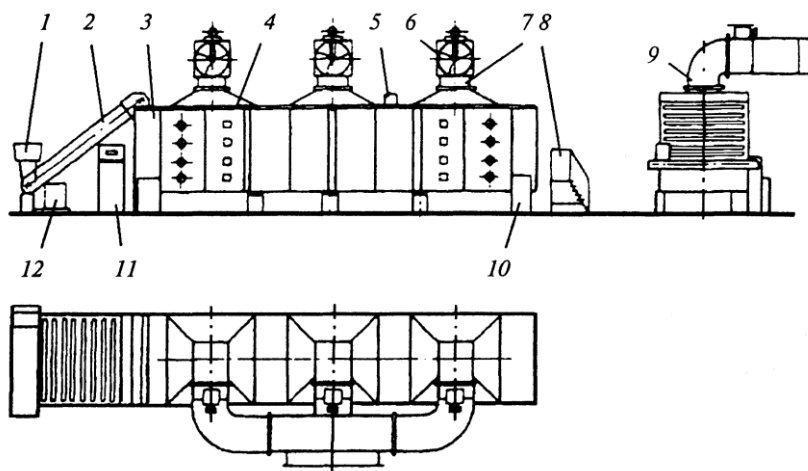


Рис. 89. Конвейерная ленточная сушилка Г4-КСК-90

**Камерные сушилки** являются простейшими конвективными сушилками и представляют собой корпус, внутри которого находятся вагонетки. На полках

вагонеток размещают влажный материал (сухари, овощи, фрукты, макаронны и т.п.). Теплоноситель нагнетается в сушилку вентилятором, предварительно подогретый в калорифере и проходит над поверхностью высушиваемого материала или пронизывает слой материала снизу вверх. Часть отработанного воздуха смешивается со свежим. Эти сушилки периодического действия работают под атмосферным давлением. Они применяются в малотоннажных производствах для сушки материалов при невысоких температурах в мягких условиях. Камерные сушилки имеют низкую производительность и отличаются неравномерностью сушки материала.

**Туннельные сушилки** применяются для сушки тех же продуктов, что и камерные. По организации процесса они относятся к непрерывнодействующим. Сушилки представляют собой удлиненный прямоугольный корпус, в котором по рельсам перемещаются тележки с высушиваемым материалом, расположенным на полках. Время пребывания тележек в сушильной камере равняется продолжительности сушки за один проход тележки. Сушильный агент подается вентилятором через калорифер в сушильную камеру. Перемещение тележек происходит с помощью толкателя. Сушилка имеет самоотворяющиеся двери.

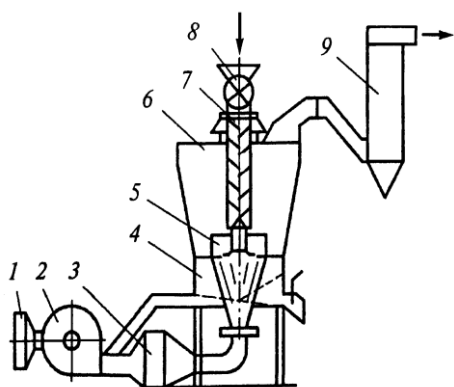
Горячий воздух взаимодействует в сушилке с материалом в прямоотке либо в противотоке, в ряде случаев осуществляется рециркуляция воздуха и его промежуточный подогрев в сушильной камере. Калориферы и вентиляторы могут устанавливаться на крышке сушилки, сбоку или в тоннеле под сушилкой. Отработанный воздух из сушилки выбрасывается через газоход.

#### 4. Агрегаты с кипящим и виброкипящим слоями

Агрегаты с кипящим и виброкипящим слоями используются для сушки различных мелкозернистых продуктов. Внутри сушилок на одной или нескольких ступенчатых решетках продукт высушивается в кипящем или виброкипящем состоянии.

Для обеспечения равномерного кипения частиц продукта сушильный агент подается под решетку равномерно и с соответствующей скоростью распределяется по всей площади. Сушка в виброкипящем слое характеризуется высокой интенсивностью, но сопряжена с повышенным расходом электроэнергии и высокими зарядами статического электричества.

Агрегаты с кипящим слоем могут иметь прямоугольную или цилиндрическую форму, коническую форму с фонтанирующим или вихревым слоями, а также с локальным фонтанированием. По способу теплоотвода конструкции агрегатов можно разделить на агрегаты с подводом теплоты только с псевдоожигающим агентом, с перегретым распыливаемым раствором и кондуктивно – через теплообменник в слое.



**Сушилки РЗ-0СС** применяются для сушки молочного сахара, сушилки А1-КВР-12 – для сушки круп и хлебопекарных дрожжей, сушилки

А1-ОГК – для сушки казеина, установки А1-ФМУ – для сушки меланжа.

**Сушилка РЗ-0СС** (рис. 90) состоит из сушильной камеры 6, виброколонки для подсушивания продукта 7, зоны 5 интенсивной сушки, зоны 4 охлаждения. Продукт загружается питателем 8, выгружается через выпускное устройство в нижней части охладителя. Воздух засасывается вентилятором 2 через фильтр 1 из атмосферы, нагнетается в калорифер 3 и отводится через скруббер 9.

Молочный сахар питателем подается в виброподсушитель 7, затем попадает в зону сушки и далее в зону охлаждения.

Рис. 90. Сушильная установка для сушки молочного сахара РЗ-0СС

Техническая характеристика: производительность по сухому продукту влажностью 3% – 200...250 кг/ч; начальная влажность продукта 10...13%; расход пара – 50 кг/ч; установленная

мощность – 8,3 кВт.

**Сушилка А1-ОГК** (рис. 91) содержит сушильную камеру 3 с питателем 2 для подвода исходного сырья, калориферно-вентиляционные станции первого и третьего коробов 1 и второго и четвертого коробов 4, циклонную установку 5 и отсасывающий вентилятор 6. Вибропривод 8 сушильной установки расположен между вторым и третьим коробами сушилки.

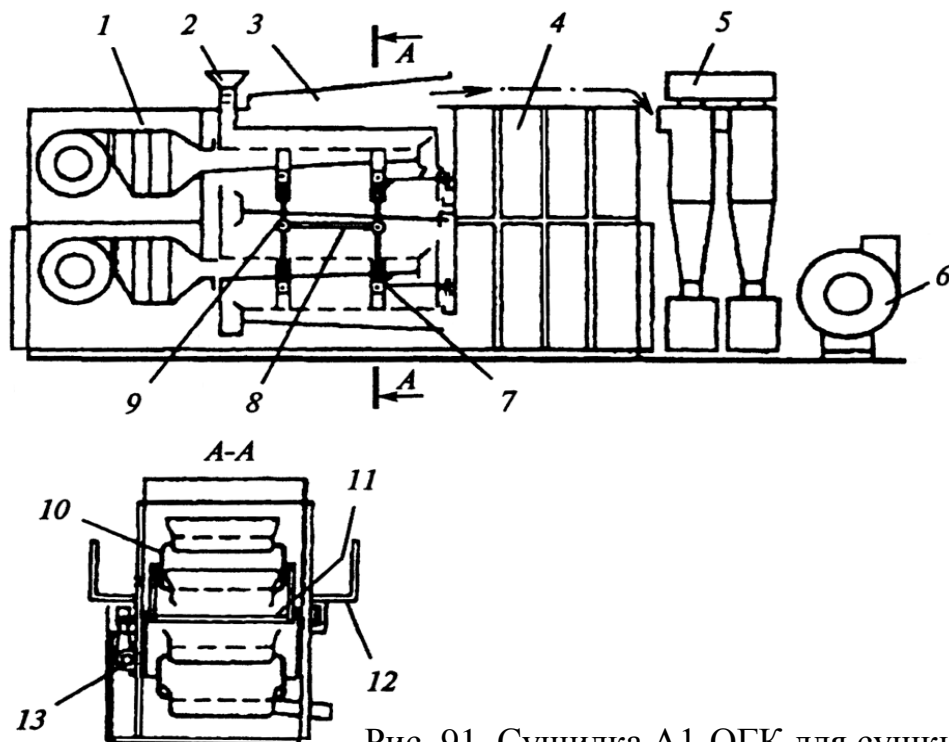


Рис. 91. Сушилка А1-ОГК для сушки казеина

Короба сушилки попарно крепятся между собой при помощи стяжек 10. Привод осуществляется от электродвигателя 13, соединенного ременной передачей с промежуточным валом, который при помощи конических передач соединен с двумя эксцентриковыми валами 11, расположенными перпендикулярно продольным осям коробов. Эксцентриковые валы снабжены маховиками, установленными в подшипниках и при помощи двух пар эксцентриков (сдвинутых по фазе на 180°) шатунов 9 и пальцев передают вибрацию парам коробов,

соединенных с пластинчатыми и роликовыми направляющими 7, благодаря чему обеспечивается вертикальная вибрация.

Обслуживающие площадки 12 вынесены наружу, а стенки сушильной камеры приближены к стенкам коробов. Шатуны снабжены резинометаллическими шарнирами, что повышает надежность работы соединений.

Техническая характеристика: производительность по высушенному казеину – 200 кг/ч; поверхность решет – 7,2 м<sup>2</sup>; амплитуда колебаний – 8 мм; частота колебаний – 6 Гц; расход пара – 950 кг/ч; максимальный расход воздуха – 25000 м<sup>3</sup>/ч; установленная мощность – 35 кВт.

## 5. Вакуум-сублимационные сушилки

Обезвоживание в глубоком вакууме пищевых продуктов производится при остаточном давлении в сушильной камере 13,3...133,3 Па (0,1...1,0 мм.рт.ст.). При этом давлении сублимационная сушка протекает при отрицательных температурах, а вода находится в состоянии льда. Процесс сублимации льда и десублимации паров воды происходит при давлении и температуре ниже тройной точки фазового равновесия воды, которой соответствует температура 0,098°C и парциальное давление водяных паров 613,2 Па (4,58 мм.рт.ст.).

При сублимационной сушке продукты сначала быстро замораживают, а потом помещают в вакуумную камеру, где производится откачка давления остаточных газов до 2,7...8,0 Па. В вакууме происходит интенсивное испарение льда с поглощением теплоты. Испаряемая влага не откачивается насосами, а конденсируется на десублиматорах, охлаждаемых до температуры ниже -55°C.

При сушке сублимацией в период охлаждения и самозамораживания (первый период) испаряется 5...20% влаги, в период сушки сублимацией (второй период) из продукта в замороженном состоянии удаляется 75...80% влаги, тепловой сушкой (вакуумная досушка) удаляется 5...15% влаги. Продолжительность сублимационной сушки длительная и колеблется 8...20 ч (в зависимости от режима сушки).

Затраты теплоты на испарение 1 кг воды при сублимационной сушке (кДж/кг): при замораживании воды – 334,9; при сублимации льда (-15°C) – 269,2; при десублимации пара (-30°C) – 334,9; суммарные затраты – 6442,3.

Сублимационные сушилки применяются для сушки ценных пищевых продуктов, когда к высушенному продукту предъявляются высокие требования в отношении хранения (мясо в замороженном состоянии, овощи, фрукты и т.п.).

**Сублимационная сушилка периодического действия** (рис. 99) состоит из сушильной камеры (сублиматора) 1, в которой расположены пустотелые плиты и конденсаторы вымораживатели 4. В плитах 2 циркулирует горячая вода. Высушиваемый материал в противнях 3 размещается на плитах 2. Противни имеют специальные бортики, которые обеспечивают воздушную прослойку между плитами и противнями. Образовавшаяся при сушке паровоздушная смесь из сублиматора поступает в конденсатор-вымораживатель – кожухотрубный теплообменник, в межтрубном пространстве которого циркулирует хла-





Рис. 99. Сублимационная сушилка периодического действия

дагент – аммиак. Конденсатор-вымораживатель включается в циркуляционный контур с испарителем аммиачной холодильной установки, и соединяется с вакуум-насосом, предназначенным для откачивания несконденсировавшихся газов. В трубах конденсатора происходят конденсация и вымораживание водяных паров. Обычно сублимационные сушилки имеют два поочередно работающих конденсатора. В то время как в одном конденсаторе происходит конденсация и замораживание, другой размораживается для удаления льда.

**Вакуум-сублимационная установка УСС-5** предназначена для сушки пищевых продуктов широкого ассортимента (творог с фруктовыми добавками, лук репчатый, шампиньоны, закусовые

блюда, соки, напитки, первые и вторые кулинарные готовые блюда и др.) путем замораживания и последующего перехода в пар (минуя жидкую фазу) при нагревании под вакуумом.

Установка (рис. 100) состоит из трех блоков-модулей, каждый из которых включает в себя сублиматор 3 и выносной десублиматор 7. Системы холодо-снабжения, вакуумирования, подачи жидкого теплоносителя, автоматического контроля, регулирования и управления процессом являются общими для всей установки. Сублиматор представляет собой цилиндрический горизонтально установленный корпус с полусферическими крышками на торцах, внутри которого размещены горизонтальные нагревательные элементы 2 в виде набранных в секции плит в количестве 256 шт, по которым циркулирует высокотемпературный органический теплоноситель – дефинильная смесь (ДФС). В сублиматор по подвесным путям одновременно загружается восемь тележек, выполненных в виде двусторонних консольных этажерок, на которых помещаются противни с продуктами. Крышки сублиматоров всех трех блоков открываются при помощи гидропривода.

Десублиматор установки – выносного типа, он выполнен в виде горизонтального цилиндрического аппарата с вертикальной перегородкой, разделяющей его объем на две половины. В каждой из них размещены по четыре вертикальных трубных секции, рабочая поверхность которых позволяет удалить влагу в течении 1...2 циклов сушки. Жидкий аммиак может подаваться последовательно в любую секцию.

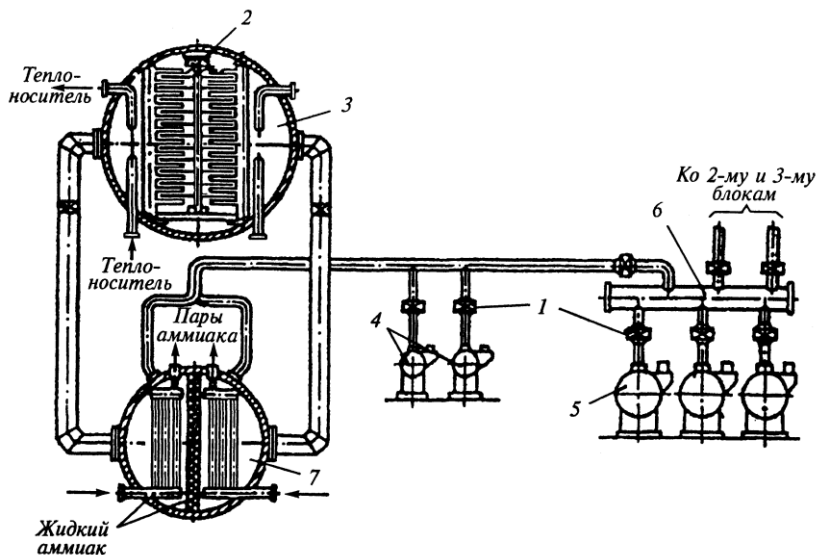


Рис. 100. Вакуум-сублимационная установка УСС-5

Предусмотрена возможность работы одной половины десублиматора в режиме оттаивания, а второй – в режиме вымораживания водяных паров. Оттаивание секций осуществляется путем заполнения водой соответствующего объема десублиматора. Каждый из отсеков соединен с сублиматором двумя вакуум-приводами диаметром 1200 мм, с установленными на них вакуумными затворами.

Вакуум-насосная станция включает три насоса 5, работающих только в пусковой период, три основных и три резервных насоса 4, вакуумный коллектор 6, группу вакуумных затворов 1, обеспечивающих возможность работы насосов 4 и 5 на один блок и на всю систему.

Система холодоснабжения включает пять аммиачных двухступенчатых агрегатов общей холодопроизводительностью 3142500 кДж/ч. Каждый агрегат комплектуется компрессором с электродвигателем. Питание жидким аммиаком потребителей холода предусмотрено аммиачно-циркуляционной системой с нижней подачей жидкого аммиака.

Техническая характеристика: загрузка – 2700...3900 кг; продолжительность цикла сушки – 10...15 ч; количество циклов в сутки – 2; производительность по сухому продукту – 1,5 т/сут; температура нагревателей – 180°C; рабочая площадь поверхности десублиматора – 176 м<sup>2</sup>; рабочее давление в сублиматоре – 60 Па; установленная мощность 310 кВт.

## 6. Микроволновые сушильные установки

Все пищевые продукты – диэлектрики, имеющие высокую диэлектрическую проницаемость и низкую электропроводность. Поэтому пищевые среды могут подвергаться диэлектрическому нагреву, связанному с дипольной поляризацией. Эффекты поляризации в переменных высокочастотных электромагнитных полях связаны с затратой энергии поля, поскольку непрерывное изме-

нение направления поляризации сопровождается выделением тепловой энергии в веществе.

Диэлектрический нагрев пищевых сред и их обезвоживание наиболее эффективны в СВЧ-диапазоне электромагнитных волн длиной 0,3...0,003 м. Для промышленного применения микроволновой сушки пищевых продуктов разрешено использование СВЧ-диапазона волн с частотами  $915 \pm 25$  и  $2450 \pm 50$  МГц. Причем для различных пищевых материалов глубина проникновения электромагнитной волны зависит от её частоты, диэлектрической проницаемости и тангенса угла магнитных потерь.

**Микроволновая вакуумная сушилка (барабанного типа)** (рис. 101) предназначена для сушки штучных материалов, где удаление влаги производится с помощью градиента давления, температурного градиента и градиента влагосодержания. При этом кипение воды в материале достигается при температуре 50...60°C.

Установка состоит из сушильной камеры 1 барабанного типа, штабелирующего устройства 2, магнетронов 3 (расположенных на обечайке барабана), вакуум-насоса 4 и системы контроля и управления 5.

Техническая характеристика: производительность – 3,0 м<sup>3</sup>/сут; объем загрузки – 3,0 м<sup>3</sup>; объем рабочей камеры – 6,2 м<sup>3</sup>; время сушки – 10...15 час; энергозатраты – 220 кВт·ч/м<sup>3</sup>; мощность СВЧ-генератора – 34 кВт; глубина вакуума – 0,06 МПа; установленная мощность – 70 кВт.

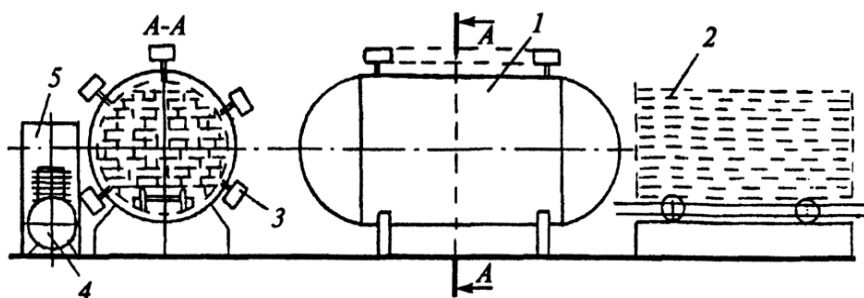
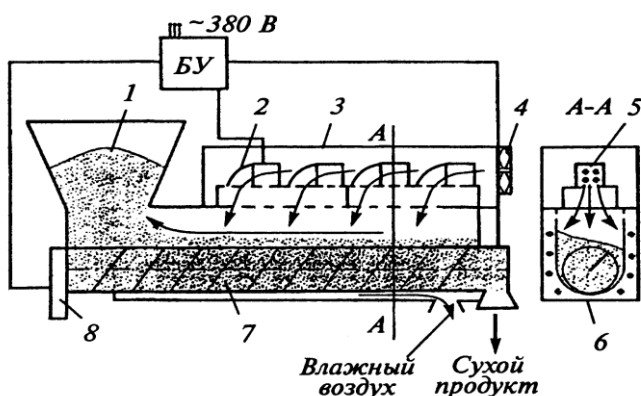


Рис. 101. Микроволновая вакуумная сушилка (барабанного типа)

**Микроволновая сушилка (шнекового типа)** (рис. 102) предназначена



для сушки сыпучих материалов (зерно, крупы и др.). Установка состоит из корпуса 6, внутри которого размещен шнек 7, приводимый во вращение от привода 8. Над шнеком 7 размещены магнетроны 5, обеспечивающие микроволновое воздействие на движущийся продукт и состоящие из воздуховода магнетрона 2 и внешнего воздуховода 3. На выходе корпуса 6 размещен вентилятор 4, продувающий движущийся слой

Рис. 102. Микроволновая сушилка (шнекового типа)

высушиваемого продукта. На входе установлены загрузочная камера 1 и блок управления.

Техническая характеристика: производительность 200...250 кг/ч; влажность продукта, начальная – 10...12%, конечная – 5...6%; потребляемая мощность – 15,0 кВт.

## 7. Распылительные сушилки

Распылительные сушилки используются для сушки жидких и пастообразных продуктов (молоко, меланж, соки, экстракты, ферменты, витамины и др.). По способу распыления они подразделяются на дисковые и форсуночные. Вследствие распыления продукта на мелкие частицы в этих аппаратах создается большая поверхность контакта продукта с горячим воздухом, при этом процесс сушки протекает в течении нескольких секунд, а продукт при высушивании находится во взвешенном состоянии.

Распыление может осуществляться с помощью гидравлических (механических) и пневматических форсунок или центробежных (дисковых) распылителей. Другие способы распыления применяются редко.

Механические форсунки работают по принципу истечения из отверстия струи жидкости, подаваемой в форсунку под давлением 2...20 МПа. Производительность механических форсунок достигает 4000 кг/ч и более. Достоинства механических форсунок – простота изготовления и обслуживания, низкие энергозатраты на распыление, невысокие эксплуатационные расходы. Основной недостаток – трудность регулирования производительности и ненадежная работа при распылении суспензий, вследствие забивания канавок твердыми частицами и эрозионного износа сопла.

Для уменьшения эрозионного износа применяются сопловые вкладыши из твердого материала (карбида, вольфрама, рубина, сапфира). В высокопроизводительных форсунках с соплом большего диаметра эрозионный износ мало влияет на показатели работы. Механические форсунки непригодны для распыления высоковязких растворов и паст. Пневматические форсунки работают по принципу распыления жидкости высокоскоростной струей газа или пара, подаваемого под давлением 0,1...1,0 МПа. Производительность пневматических форсунок достигает 12000 кг/ч. Они отличаются высокой универсальностью в отношении регулирования формы факелы, производительности, дисперсности распыла и возможностей распыления высоковязких паст и суспензий.

В центробежных дисках распыление жидкости происходит вследствие выброса её в виде пленки или струек в относительно неподвижный воздух. Частота вращения дисков – 4000...20000, но может достигать 50000 мин<sup>-1</sup> и более. По конструкции диски могут быть лопаточными и сопловыми диаметром от 50 до 350 мм. Производительность промышленных центробежных распылителей достигает 40000 кг/ч и более. Пневматические и механические форсунки могут быть установлены по одной или объединены в блоки (до 50 шт.). Центробежные распылители всегда устанавливаются по одному.

Конструктивное оформление сушильных камер зависит от типа, числа и места установки распылителей, а также от места и способа ввода газа или материала (рис. 103). Использование той или иной конструкции сушилки обусловлено технологическими требованиями и свойствами высушиваемого материала.

На рис. 103, а, б, представлены конструкции прямоточных сушилок с форсуночным распылом и движением газа и материала сверху вниз. Более удачна конструкция с равномерным распределением газа и отдельным выводом газа и продукта (а). Тангенциальный подвод газа и совместный вывод отработанного

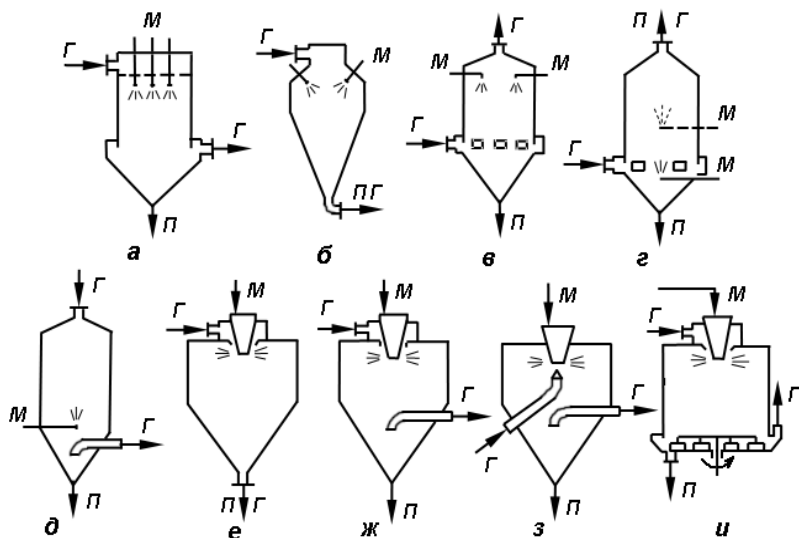


Рис. 103. Схемы сушильных камер:  
Г – газ; М – исходный материал; П – высушенный продукт.

теплоносителя и сухого продукта нельзя признать удачным по следующим причинам. При закручивании всего потока газа в камере возникают значительные перепады давлений с понижением давления в направлении к осевой линии и верхней части сушилки.

Вследствие этого в камере создаются мощные циркуляционные потоки выносящие сухой продукт в зону высоких температур в верхней части камеры, где возможны перегрев и де-

струкция продукта.

На рис. 103, в, показана схема сушилки с противоточным движением фаз, когда сушильный агент движется снизу вверх, а диспергированный материал – сверху вниз. Такое движение потоков достигается при условии достаточно грубого распыла, обеспечивающего получение частиц, скорость витания которых превышает скорость газа. Противоток применяется для достаточно термостойких продуктов, когда требуется увеличить насыпную плотность порошка или совместить сушку и прокалку продукта, а также при необходимости глубокой сушки материалов с трудноудаляемой влагой.

На рис. 103, г, представлена сушилка с восходящим прямотоком. При распылении материала происходит фракционирование частиц в восходящем потоке сушильного агента, причем мелкие частицы увлекаются вверх и удаляются из камеры вместе с отработанным теплоносителем, а крупные оседают на дно камеры. Характер движения потоков диспергированного материала достаточно сложен. Средние по размерам частицы перемещаются сначала вниз, а после высушивания – вверх. Частицы, оседающие на дно камеры попадают в зону высоких температур и подвергаются тепловому воздействию таким же образом, как и в противоточных камерах. Частицы, движение которых направлено снизу

вверх, находятся в более благоприятных температурных условиях достаточно охладившегося сушильного агента. Скорость подъема крупных частиц меньше, а время пребывания их в камере больше времени пребывания мелких частиц. В результате все частицы подвергаются приблизительно одинаковому тепловому воздействию со стороны сушильного агента, что обеспечивает широкие возможности при сушке термолабильных продуктов.

Сушилка, представленная на рис. 103, д, характеризуется тем, что движение распыленного материала осуществляется фонтанообразно, навстречу подаваемому сверху сушильному агенту. При этом объем сушильной камеры используется как бы дважды: при движении материала вверх (противоток) и при движении его вниз (прямоток). Таким образом, камеры данного типа обеспечивают максимальное время пребывания материала в зоне сушки и высокие напряжения камеры по испаренной влаге. Вследствие сепарации частиц различного размера мелкие частицы проходят меньший путь и быстрее покидают зону сушки. Тем самым достигается равномерная и интенсивная сушка материала, что особенно важно для термолабильных продуктов.

Сушилки представленные на рис. 103, г, д, широко применяются для сушки высококонцентрированных суспензий.

Сушилки с центробежными дисковыми распылителями, рис. 103, е-и, работают как правило по прямоточной схеме. Применение дискового распылителя обуславливает большой диаметр сушильной камеры и, как следствие – высокую скорость газа по сечению камеры. В этом случае способ ввода и распределения сушильного агента в камере существенно влияет на процесс сушки дисперсного материала.

Специфику процесса в данном случае составляет создание интенсивных радиальных потоков газа от диска к стенкам камеры и от стенок к диску за счет вентиляционного эффекта последнего. При этом в плоскости факела возникают разряжения, вызывающие подсосы и циркуляцию газа как из зоны над факелом, так и из нижней зоны. Если диск расположен вблизи от потолка камеры, то при недостаточном подводе сушильного агента в зону между потолком и факелом, там создается разряжение, вызывающее искривление траектории полета капель и частиц и отложение материала на потолке камеры.

Наиболее благоприятные условия возникают при движении газа к корню факела распыла, так как при этом максимально используется горизонтальный участок полета капель с большой скоростью, сокращается диаметр факела и обеспечивается подача газа к диску для компенсации эффекта самовентиляции. Такая схема газовода стала в настоящее время классической. При сушке термолабильных продуктов газ подводят к нижней стороне факела распыла (рис. 104, з) или же охлаждают потолок, подавая в специальную полость холодный воздух или воду.

Как при верхнем, так и при нижнем способе ввода газа поток его закручивается с помощью распределительных лопаток. Направление закручивания должно совпадать с направлением вращения диска, в противном случае получа-

ется неблагоприятная форма факела распыла за счет резкого отклонения траектории каплей от горизонтальной плоскости вверх или вниз.

Большой диаметр камер с дисковыми распылителями влечет за собой значительное увеличение габаритов конической части, что вызывает неудобства при размещении в производственном помещении и удорожает конструкцию. В связи с этим днища сушильных камер высокой производительности стремятся обычно делать плоскими или с небольшим углом конуса, используя специальные устройства для эвакуации осевшего сухого продукта.

На рис. 104, и, показана конструкция сушилки, в которой сухой продукт отводится с помощью гребковых элементов, установленных на вращающихся штангах. Иногда сбор продукта с плоского днища камеры осуществляется с помощью вращающегося пылесоса.

Распылительным сушилкам присущи существенные недостатки, связанные со спецификой процесса: сравнительно небольшая удельная производительность, большой удельный расход сушильного агента, высокая дисперсность высушиваемого продукта, обуславливающая большие капитальные затраты на сооружение установок пылеулавливания и высокие эксплуатационные расходы.

Проблему получения непылящегося сухого продукта решают различными путями агломерирования продукта в процессе сушки. Наиболее распространен метод вдува в факел распыла мелкой пыли продукта, взятой из первой ступени пылеулавливания.

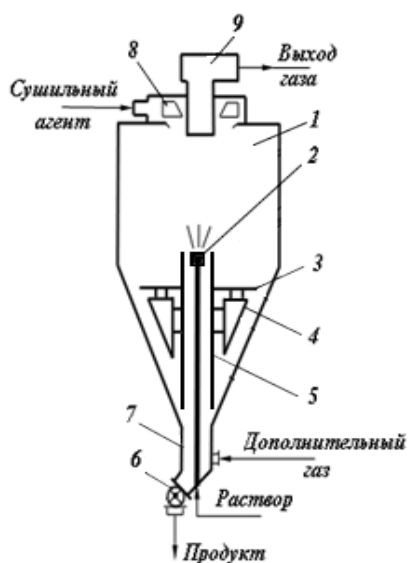


Рис. 105. Вихревая распылительная сушилка

Оригинальная вихревая распылительная сушилка с устройством для одновременной агломерации продукта разработаны в Московском технологическом институте мясной и молочной промышленности Ю.В. Космодемьянским. Принципиальная схема сушильной камеры представлена на рис. 105.

Сушильная камера 1 разделена горизонтальной перегородкой 3 на две зоны: верхнюю цилиндрическую и нижнюю – коническую.

Сушильный агент подается в верхнюю зону закрученным потоком через газоподводящее устройство 8 навстречу фрональнообразно распыленному форсункой 2 материалу. Высушенный продукт за счет центробежных сил отбрасывается к стенкам камеры и ссыпается через зазор между корпусом и перегородкой 3 в коническую часть сушилки. В нижней зоне вращению потока газа препятствуют демпфирующие лопатки 4.

Вследствие разности статических составляющих напора газ из нижней зоны через центральную трубу 5 рециркулирует в верхнюю зону, увлекая с собой мелкие фракции продукта, которые таким образом доставляются непосредственно к факелу распыла и агломерируются. Дополнительно продукт сепарируется в сепарационной трубе 7 за счет подсоса через неё дополнительного ко-

личества воздуха, которое можно регулировать в зависимости от скорости вращения частиц требуемого предельно минимального размера.

Агломерированный сухой материал в виде готовой продукции выгружается через секторный затвор 6, а мелкий продукт возвращается на факел распыла.

Достоинствами аппарата является закручивание потока (элементы с активной гидродинамикой), эффективное использование объема камеры (фонтанообразный факел распыла) и отсутствие уноса пыли. Сочетание всех этих положительных качеств делает сушилку Ю.В. Космодемьянского перспективной для применения в производстве гранулированных (размером 2...5 мм) сухих продуктов молока, дрожжей, сухого бульона и т.п.



# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

### Оборудование для транспортировки, учета и хранения молока

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

##### 1. Плакаты .

#### Цель и задачи работы:

Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для транспортировки, учета и хранения молока.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для транспортировки.
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе насосов, счетчиков молока.

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

#### Литература:

1. Курочкин А.А., Лященко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства/Под ред. В.М.Баутина.-М.:Колос, 2001.- 440с.- (учебники и учеб. Пособия для студентов высших учеб. заведений).
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Бредихин С.А., Космодьямянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.:Колос, 2001. – 400с.:ил.

## Мембранные насосы

Для откачивания молока из вакуумированных емкостей, а также транспортирования по трубопроводам молочных продуктов с повышенной вязкостью широкое применение получили **мембранные насосы**. Основным рабочим органом является мембрана из эластичных листовых материалов: резины или тканей, покрытых полимерами. В качестве клапанов используются шарики или пластины.

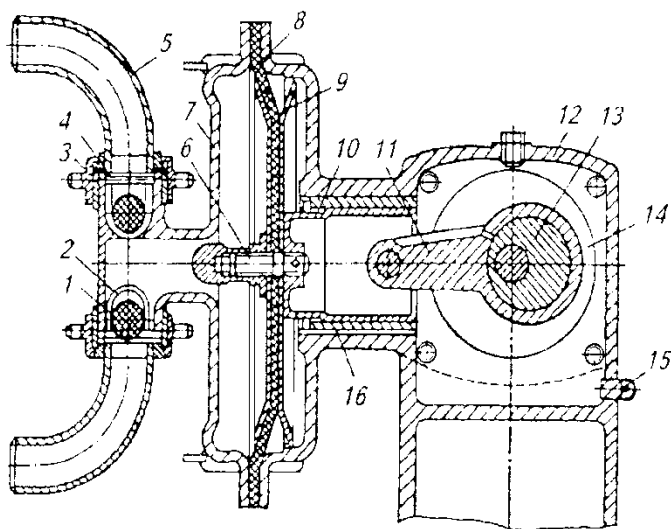


Рис. 106. Мембранный насос с механическим приводом:

- 1-шариковый клапан; 2- ограничитель; 3-гайка; 4-уплотнительные кольца; 5-патрубок; 6-шпилька; 7-крышка; 8-мембрана; 9-тарелка; 10-поршень; 11-шатун; 12-корпус насоса; 13-эксцентрик; 14-червячное колесо; 15-пробка; 16-гильза поршня.

Между корпусом насоса и крышкой – гайками-барашками. Вместе с крышкой отлит тройник, в вертикальных патрубках которого размещаются впускной и выпускной шариковые клапаны.

В процессе работы вращение от привода передается на червячное колесо с эксцентриком. Шатун получает возвратно-поступательное движение и передает его поршню, который перемещается в гильзе и приводит в движение мембрану. При движении последней вместе с поршнем вправо в рабочей камере создается разрежение. Нагнетательный клапан прижимается к гнезду тройника и препятствует поступлению в камеру воздуха, всасывающий открывается и молоко поступает в камеру. При обратном движении мембраны объем камеры уменьшается и молоко, отжимая клапан, поступает в трубопровод. Всасывающий клапан при этом закрывается и препятствует вытеканию молока.

Подача молока такими насосами осуществляется неравномерным, пульсирующим потоком. Этот недостаток снижается в насосах с двойной камерой. Высота всасывания мембранных насосов достигает 5 м, а создаваемый напор – 250 кПа.

В зависимости от конструкции привода мембранные насосы подразделяются на насосы с механическим, пневматическим и гидравлическим приводом. Наибольшее применение получили два первых типа.

Механический привод включает в себя редуктор, клиноременную передачу, электродвигатель и червячное колесо с эксцентриком (рис. 106). На эксцентрик насажен шатун, второй конец которого шарниром соединен с поршнем. В конце поршня имеется отверстие с резьбой, в которое ввернута шпилька, соединяющая кривошипно-шатунный механизм с мембраной. Между тарелками мембрана зажимается специальной гайкой, а

Для осуществления всасывающего и нагнетательного ходов мембраны в насосах с пневмоприводом используется избыточное давление воздуха или вакуум.

В первом случае насос состоит из корпуса, мембраны, крышки, клапанов и устройства распределения потоков воздуха и управления работой насоса.

Насос с вакуумным приводом устроен аналогично, но вместо пульта распределения потоков воздуха оснащен блоком пульсаторов для превращения постоянного вакуума в переменный и распределения его между кольцевыми полостями насоса.

Благодаря простоте приводного устройства и равномерному воздействию воздуха на мембрану при незначительном механическом воздействии на молоко и продукты его переработки, мембранные насосы с пневматическим приводом находят широкое распространение в молочной промышленности.

При некоторых технологических процессах обработки и переработки молока, например, сушке и гомогенизации, последнее необходимо подавать к исполнительному механизму под большим давлением. **В этом случае применяются плунжерные насосы высокого давления.**

Насос высокого давления К5-ОНВ с механическим приводом состоит из электродвигателя, корпуса с кривошипно-шатунным механизмом, трех плунжерных пар, гидравлического блока и вспомогательного оборудования. Давление нагнетания достигает 16 МПа при ходе плунжера 40 мм. Подача насоса невелика – 0,25 м<sup>3</sup>/ч.

## Роторные насосы

**Роторные**, или ротационные, насосы относятся к насосам объемного типа. Это шестеренные насосы с внешним и внутренним зацеплением, жестким и гибким ротором, насосы винтовые и специальные, для перекачки вязких молочных продуктов (сливки, сгущенное молоко, смесь мороженого, творожный сгусток и т.д.).

У шестеренного насоса с внутренним зацеплением основными рабочими органами являются зубчатый ротор (рис. 107) и ведомая шестерня, расположенная эксцентрично относительно продольной оси насоса. Часть ее зубьев входит в зацепление с зубьями ротора. Шестерня свободно посажена на палец, снабженный втулкой.

Корпус насоса с одной стороны закреплен на кронштейне гайкой, с другой закрыт крышкой, которая крепится к корпусу четырьмя шпильками. На внутренней стороне крышки имеется серповидный выступ для предупреждения обратного просачивания жидкости с нагнетательной стороны на всасывающую, одновременно являющийся замыкающей поверхностью переноса порций продукта. В крышке имеются пазы, в которых расположены шпильки. Пазы позволяют поворачивать крышку на некоторый угол вокруг своей оси и, следовательно, изменять положение зубьев шестерни, находящихся в зацеплении с зубьями ротора, относительно входного отверстия. При этом меняется подача насоса. На крышке нанесены риски, соответствующие опре-

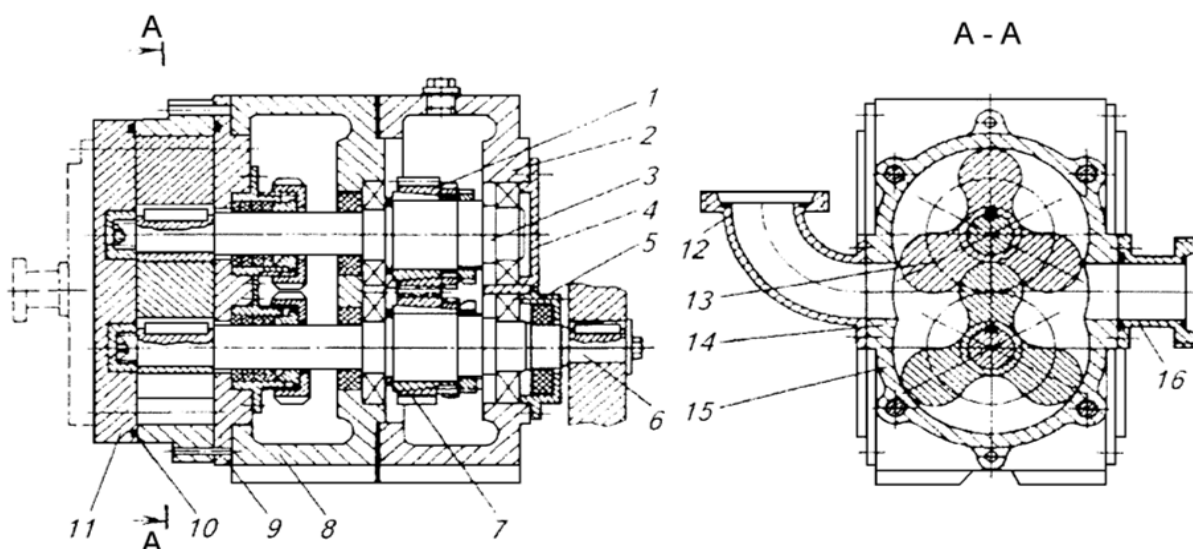


Рис. 107. Шестеренный насос с внутренним зацеплением: 1-прокладка; 2- шестерня; 3- палец; 4-втулка; 5-крышка; 6-уплотнительное кольцо; 7-гайка крепления корпуса насоса; 8-кронштейн; 9-гайка сальникового уплотнителя; 10-электродвигатель; 11-нажимная втулка; 12-сальниковое уплотнение; 13-наконечник вала; 14-ротор; 15-корпус насоса; 16- гайка крепления крышки; 17-серповидный выступ.

деленной часовой подаче насоса. Между крышкой и корпусом помещены уплотнительные прокладки из картона толщиной 0,2 мм, с помощью которых регулируется необходимый зазор между торцом ротора и крышкой.

Отверстие для ввода жидкости расположено сбоку, для вывода – сверху, оба заканчиваются патрубками с муфтами для креплений молочных трубопроводов. В случае необходимости корпус с патрубками может быть повернут в нужное положение. При подаче жидкости в рабочую камеру через нагнетательный патрубок необходимо изменить направление вращения ротора.

Вал электродвигателя удлиннен наконечником, который через сальниковое уплотнение входит в корпус насоса. Уплотнение сальниковой набивки осуществляется гайкой и нажимной втулкой. В качестве сальниковой набивки используется хлопчатобумажный шнур  $\varnothing 5$  мм, пропитанный животным жиром.

Работает насос следующим образом. Перекачиваемый продукт самотеком поступает в рабочую камеру и заполняет впадины между зубьями ротора шестерни. Вращаясь, зубья переносят перекачиваемый продукт вдоль серповидного выступа, а затем начинают входить в зацепление. При этом продукт вытесняется из впадин и поступает в нагнетательный патрубок.

**Шестеренные насосы с внешним зацеплением** в качестве рабочих органов имеют две шестерни (рис. 108) с зубьями специального профиля. Особенностью их устройства является необходимость синхронизации вращения рабочих шестерен, для чего служат две другие зубчатые шестерни, которые и передают крутящий момент с вала электродвигателя. Производительность роторных насосов этого типа ВЗ-ОРА-2 и ВЗ-ОРА-10М регулируется в довольно широких пределах с помощью перепускного клапана.

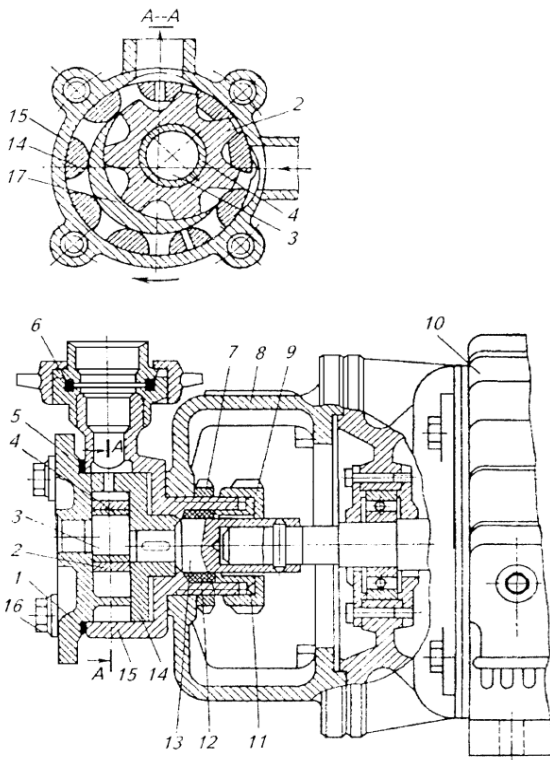


Рис. 108. Шестеренный насос с внешним зацеплением: 1,7-синхронизирующие зубчатые шестерни; 2- корпус; 3,6-валы; 4,5,9,11,15-крышки; 8-корпус промежуточный; 10-уплотнительное кольцо; 12,16-патрубки; 13-ротор; 14-корпус насоса.

По сравнению с роторным насосом, описанным выше (НРМ-2), насосы с внешним зацеплением имеют ряд преимуществ: меньшее воздействие на структуру и консистенцию перекачиваемого продукта, возможность вращения роторов в обоих направлениях. В табл. 1 приведены основные технические характеристики роторных шестеренных насосов.

Т а б л и ц а 4 – Технические характеристики роторных насосов

Показатели	НРМ-2	ВЗ-ОРА-2	ВЗ-ОРА-10М
Подача, м <sup>3</sup> /ч	0,25...2	0,5...2	до 10
Напор, МПа	0,2	0,2	0,2
Диаметр всасывающего и нагнетательного патрубков, мм	36	25	45
Частота вращения ротора, с <sup>-1</sup>	15,5	34	39
Мощность электродвигателя, кВт	1,0	0,55	1,5
Габаритные размеры, мм	475×295×285	480×330×255	630×400×340
Масса, кг	38	39	91

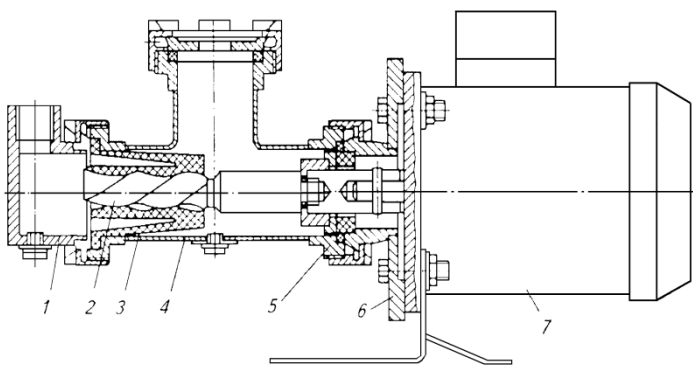


Рис. 109. Общий вид одновинтового электронасосного агрегата марки П8-ОНВ: 1-крышка; 2- винт; 3-статор (обойма); 4-корпус насоса; 5-фланец; 6-основание; 7-электродвигатель.

Для перекачивания молочных продуктов с повышенной вязкостью, а также продуктов, не допускающих жесткого механического воздействия на них (сливки, сгущенное молоко, творожный сгусток и т.д.), широкое применение получили **винтовые электронасосные агрегаты**, включающие в себя винтовой насос, станину, привод и электродвигатель (рис. 109). В отдельных конструкциях агрегатов вал электродвигателя соединен непосредственно или с помощью муфты с валом-винтом. Винт обычно выполнен из нержавеющей

ющей стали, а статор (обойма) – из пищевой резины. У насоса нет подшипниковых узлов; смазка винтовой пары и уплотнение вала производится перекачиваемым продуктом.

Большинство таких агрегатов имеют регулируемую за счет изменения частоты вращения винтового рабочего органа подачу. Регулировка осуществляется с помощью сменных шкивов, клиноременных вариаторов или изменением числа оборотов электродвигателя с тиристорным приводом.

Техническая характеристика винтовых электронасосных агрегатов приведена в табл. 2.

Т а б л и ц а 5 – Технические характеристики винтовых насосов

Показатели	П8-ОНА	П8-ОНБ	П8-ОНВ	П8-ОНД	П8-ОН2Т
Подача, м <sup>3</sup> /ч	1,42...2,95	5,3	0,42	0,8...1,2	0...1,5
Напор, МПа	0,2	0,2	0,15	0,2	0,2
Частота вращения рабочего винта, с <sup>-1</sup>	26,4...33	11,7...19,2	23,4	11,7...19,2	0,025...16,7
Диаметр всасывающего и нагнетательного патрубков, мм	50	50	24	50	50
Регулировка подачи	Ступенчатая, сменными шкивами	Сменными шкивами и клиноременным вариатором	Не регулируется	Сменными шкивами и клиноременным вариатором	Плавное регулирование от 0 до max
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	1,1	0,37	1,1	0,87
Габаритные размеры, мм	625×590× ×340	765×200× ×340	400×160× ×205	765×700××435	1000×300× ×400
Масса, кг	67	105	15	105	90

При производстве сливочного масла подача высокожирных сливок может осуществляться одновременно с внесением бактериальной закваски, ароматизаторов или каких-либо добавок. Для этой цели служит насос-дозатор НРДМ, в котором совмещены ротационный насос с регулируемой бесступенчатой (с помощью вариатора) подачей и дозирующее плунжерное устройство, производительность которого также регулируется за счет числа рабочих ходов плунжера. подача насоса может изменяться от 0,5 до 1 м<sup>3</sup>/ч, производительность дозирующего устройства – от 0,005 до 0,05 м<sup>3</sup>/ч. Мощность электродвигателя этого насоса дозатора 0,75 кВт; масса насоса – 100 кг.

Большинство насосов объемного типа целесообразно использовать в поточных технологических линиях, так как их промывка достаточно трудоемка и приводит к значительным потерям перекачиваемой продукции. К тому же большинство таких насосов для нормальной работы требуют их установки ни-

же уровня питающего патрубка бака или какого-либо технологического оборудования, что осложняет монтаж последнего.

Этих недостатков в определенной степени лишены центробежные насосы, относящиеся к типу лопастных. Они просты по своему устройству и легко разбираются для промывки и чистки. Рабочие органы их (лопатки или колеса) непосредственно соединены с валами быстроходных электродвигателей, что обуславливает стоимость.

Подачу центробежных насосов регулируют изменением сопротивления аппаратов, через которые прокачивается молоко, или дросселированием запорной арматуры (кранов, вентиляей).

Центробежный насос имеет корпус (рис. 110), который выполнен в виде

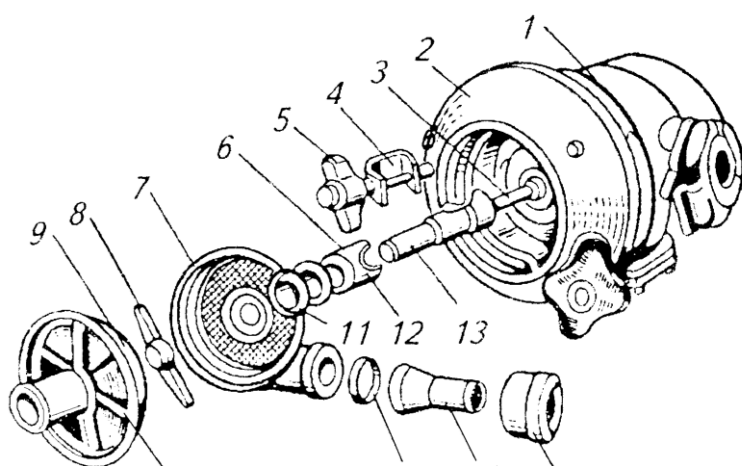


Рис. 110. Центробежный насос НМУ-6: 1-защитный кожух; 2- фланец; 3-шпонка; 4-зажимное устройство; 5-гайка крепления кожуха; 6-обойма; 7-корпус насоса; 8-лопасть; 9-резиновое кольцо; 10-крышка; 11-торцевое уплотнение; 12-торцевая шайба; 13-наконечник вала; 14-обратный клапан; 15-патрубок; 16-гайка крепления напорного патрубка.

цилиндра, закрываемый крышкой. Во внутренней полости корпуса через отверстие проходит вал, на который насажена лопасть. Крышка уплотнена резиновым кольцом и зажимными винтами. На ней расположен по оси вала всасывающий патрубок. По касательной к цилиндру корпуса установлен нагнетательный патрубок.

При вращении вала в камере насоса молоко отбрасывается лопастью к периферии камеры и под действием центробежных сил создается давление для вывода его в нагнетательный патрубок и транс-

портировки по молокопроводу. При этом в центральной части камеры насоса образуется разрежение, и туда поступает новая порция молока. Поток не прерывается. Возврат молока из лопасти нагнетания в полость всасывания между корпусом и лопастью предотвращается благодаря минимально возможным зазорам между ними.

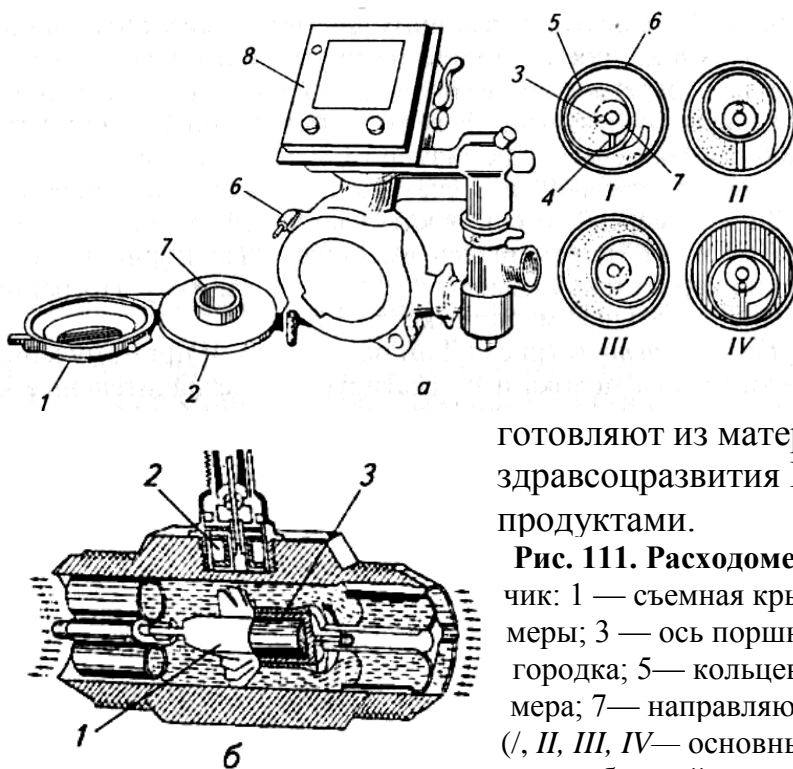
Подводимая от электродвигателя к рабочему колесу насоса энергия затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений внутри самого насоса и на приращение энергии потока молока. Гидравлические сопротивления внутри насоса зависят от формы и расположения всасывающего и нагнетательного патрубков насоса, формы лопастей, зазоров между ними и корпусом, профиля клапанов и чистоты обработки их поверхностей. Приращение энергии потока молока в насосе зависит от частоты вращения рабочего колеса, размеров и формы камеры и рабочего колеса.

Рабочая характеристика центробежного насоса отражает взаимосвязь подачи, напора, мощности и КПД. Каждый насос имеет свою характеристику, которая снимается в производственных условиях и указывается в паспорте насоса. Технические характеристики центробежных молочных насосов, используемых в технологических линиях по переработке молока, приведена в табл. 3.

Т а б л и ц а 6 – Технические характеристики центробежных насосов

Показатели	НМУ-6	36-1Ц1, 8-12Г2- ОПА	36-1Ц2, 8-20Г2- ОПБ	Е8-36-3 Ц3,5-10	50-3Ц7, 1-20Г2- ОПД	751Ц14, 0-31 (75МЦН -50/31)
Подача, м <sup>3</sup> /ч	6	6,3	10	13	25	50
Напор, м	8	12,5	20	10	20	31
Высота всасывания (для самовсасывающих), м	—	—	—	5	5	4
Диаметр патрубка, мм:						
всасывания	40	36	36	36	50	75
нагнетания	21;29	36	36	36	50	75
Частота вращения рабочего органа, с <sup>-1</sup>	47	50	50	47,3	50	48,5
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	0,75	1,5	1,1	5,5	11
Габаритные размеры, мм	390× ×275× ×200	480× ×250× ×390	480× ×250× ×390	520× ×225× ×503	780× ×290× ×690	725× ×350× ×425
Масса, кг	14,8	21	30	21	73	140

**Расходомеры-счетчики** (рис. 111) — это приборы для определения расхода и количества. В их конструкции учтены особенности пищевой промышленности: возможность быстрой санитарной обработки (мойки, чистки, стерилизации), отсутствие застойных зон и др. Кроме того, элементы конструкции приборов, контактирующие с молоком, изготавливают из материалов, разрешенных Минздравсоцразвития РФ для контакта с пищевыми продуктами.



готовляют из материалов, разрешенных Минздравсоцразвития РФ для контакта с пищевыми продуктами.

**Рис. 111. Расходомеры-счетчики:** а — кольцевой счетчик: 1 — съемная крышка; 2 — крышка измерительной камеры; 3 — ось поршня с магнитом; 4 — радиальная перегородка; 5 — кольцевой поршень; 6 — измерительная камера; 7 — направляющее кольцо; 8 — счетный механизм (I, II, III, IV — основные положения кольцевого поршня); б — турбинный счетчик: 1 — лопастная турбинка; 2 — катушка; 3 — магнит (стрелками показано направление потока молока)



В зависимости от вида измеряемой среды применяют приборы для измерения расхода и количества газообразных и жидких сред, сыпучих и штучных изделий. Для измерения расхода и количества газов и жидкостей используют расходомеры переменного перепада давления (ротаметры), тахометрические счетчики и расходомеры, поплавковые, кольцевые, турбинные, тензометрические, электромагнитные, ультразвуковые расходомеры и расходомеры переменного уровня.

**Кольцевой счетчик** (рис. 111, а) измеряет объем молока, проходящего через его измерительную камеру, в которой радиальная перегородка отделяет отверстие для входа и выхода молока. В центре основания измерительной камеры находятся направляющие ролик и кольцо.

Основной частью кольцевого счетчика является поршень, представляющий собой цилиндр, внутри которого установлена поперечная перегородка с большим количеством отверстий и осью с магнитом в центре. В вертикальную прорезь поршня входит радиальная перегородка измерительной камеры.

Молоко, поступающее в счетчик под давлением, перемещает поршень в камере. Его ось обкатывается внутри направляющего кольца. Магнит, перемещающаяся вместе с осью поршня, передает движение через стенку камеры счетному механизму. Погрешность измерения в кольцевом счетчике  $\pm 0,5\%$ .

**Турбинный счетчик** (рис. 111, б) не подвержен прямому влиянию скорости потока молока и не реагирует на незначительные колебания его температуры. Основные части счетчика: датчик, устанавливаемый в трубе, частотный преобразователь и электронный потенциометр. Частота тока, возникающего в системе магнит — катушка, пропорциональна скорости потока молока.

Расходомеры-счетчики обычно входят в состав установки для приемки

молока (рис. 112). Эти установки, как правило, состоят из фильтра, насоса, обратного клапана и счетчика-расходомера. Все части установки для приемки молока соединены между собой трубопроводами. Основные технические параметры расходомеров-счетчиков: диапазон измерения, предел допускаемой погрешности измерения, параметры измеряемой окружающей среды, источник питания, потребляемая мощность, диаметр условного прохода и выходные сигналы.

Молоко подается насосом по трубопроводу в фильтр установки, из которого переходит в воздухоотделитель. Далее молоко проходит через измерительную камеру счетчика и попадает в обратный клапан, из которого по трубопроводу поступает на дальнейшую переработку.

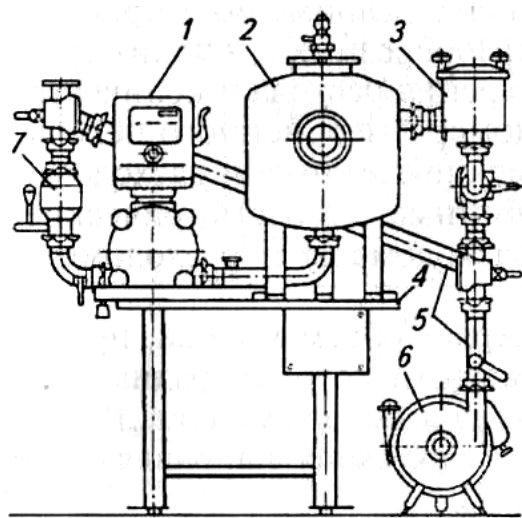


Рис. 112. Установка для приемки молока с использованием счетчиков: 1 — измерительная камера расходомера-счетчика; 2 — воздухоотделитель; 3 — фильтр; 4 — подставка; 5 — молокопровод; 6 — насос; 7 — обратный клапан.

## Резервуары для хранения молока

Для хранения молока используют различные по конструкции и принципу работы резервуары. Классификация резервуаров для хранения молока приведена на рис. 113.

Резервуары для хранения молока бывают вертикальные, горизонтальные;



Рис. 113. Классификация резервуаров для хранения

прямым охлаждением. В первом случае вода, пройдя холодильный агрегат, охлаждается и затем через стенку охлаждает молоко. Тип холодильного агрегата в таких резервуарах бывает автономным водоохлаждающим или встроенным водоохлаждающим с намораживанием льда.

Во втором случае молоко охлаждается в результате понижения его температуры при контакте с хладагентом через стенку.

Резервуары для промежуточного хранения применяют в качестве накопительных и уравнивающих емкостей для молока, сливок и других жидких молочных продуктов. Они представляют собой приемные баки и ванны, выполненные конструктивно одинаково. Эти резервуары бывают цилиндрической и прямоугольной формы, а по назначению — накопительными и уравнивающими. Баки и ванны имеют крышку и сливной патрубок, который через кран подсоединен к молокопроводу или технологическому оборудованию. Днище резервуаров обычно имеет уклон (до  $12^\circ$ ) в сторону сливного патрубка. Возможность переполнения накопительных и уравнивающих резервуаров исключается благодаря поплавковым регуляторам, размещаемым в них на входе продукта. Резервуары устанавливают на ножках, специальной подставке или раме.

Резервуары для длительного хранения используют для накопления и хранения (до 24 ч) охлажденного молока. Корпус резервуара покрыт теплоизоляцией (пробкой или вспененными полимерными материалами) и защитным стальным кожухом. Теплоизоляция должна предотвращать повышение температуры молока более чем на  $1^\circ\text{C}$  в течение 12 ч при разности температуры молока и окружающего воздуха  $20^\circ\text{C}$ . Резервуары снабжены механическими мешалками для перемешивания молока, а при вместимости  $50\text{ м}^3$  и более молоко перемешивают путем рециркуляции с помощью центробежного насоса и

струйных насадок. При заполнении резервуара поток молока направляют на стенку во избежание пено- образования. Резервуары оснащают приборами контроля рН, температуры молока, а также датчиками для запрограммированного включения устройств перемешивания, заполнения, опорожнения и др. Резервуары вместимостью от 25 м<sup>3</sup> и более для хранения охлажденного до 6...8°С молока на предприятиях устанавливают обычно вне помещения при температуре окружающего воздуха ±40 °С.

Резервуар-охладитель с прямым охлаждением молока горизонтального типа (рис. 4.5) представляет собой горизонтальную двухстенную емкость с мешалкой. Межстенное пространство емкости заполнено теплоизоляционным материалом. Частота вращения мешалки 0,4 с<sup>-1</sup> при любом уровне заполнения без подбивания молочного жира. Внизу на валу мешалки встроены сопла для мойки емкости. Двигатель мешалки соединен герметично с мешалкой гибким валом. Молоко при хранении охлаждают с помощью встроенного холодильного агрегата с непосредственным охлаждением.

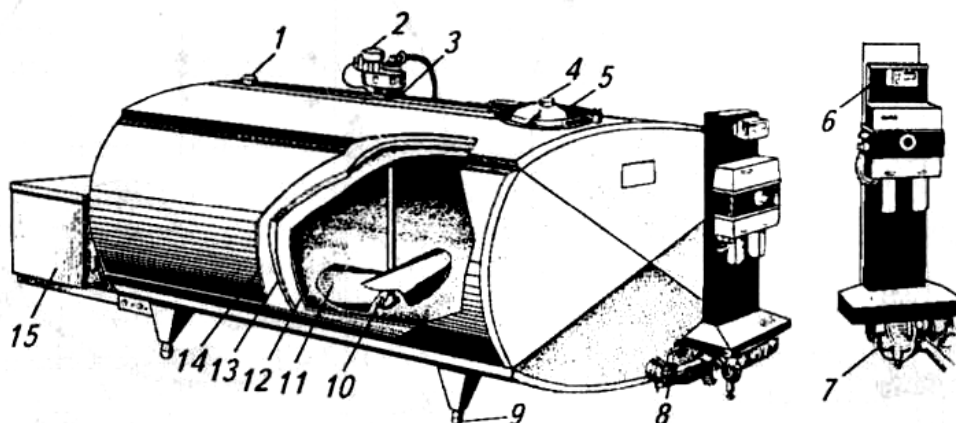


Рис. 114. Резервуар-охладитель с прямым охлаждением молока: 1, 4 — патрубки для залива молока; 2 — привод мешалки; 3 — вентиляционное отверстие; 5 — крышка; 6 — блок управления; 7 — насос для моечного раствора; 8 — трехходовой сливной патрубков; 9 — опоры; 10 — моечное устройство; 11 — мешалка; 12 — емкость; 13 — теплоизоляция; 14 — кожух; 15 — холодильный агрегат

Перемешивание и охлаждение молока до 4°С, поддержание температуры в этих пределах при хранении осуществляются автоматически.

Молоко сливают из резервуара через трехходовой патрубков. Резервуар устанавливают на регулируемых стойках с уклоном в сторону слива молока.

Резервуары с буферным хладоносителем и с прямым охлаждением молока используют в основном на фермах для сбора, резервирования и хранения охлажденного молока перед его отгрузкой на перерабатывающие предприятия. Рабочая вместимость таких резервуаров составляет 7,15...16 м<sup>3</sup>. Применение этих резервуаров на молочных заводах не всегда экономически оправдано, поскольку сначала их заполняют всего на 30...50 % и только после охлаждения молока до 4...6°С в течение 2,5...3 ч резервуар заполняют полностью.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

### Оборудование для механической обработки молока

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

1. Плакаты .

#### Цель и задачи работы:

Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для механической обработки молока.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для сепарирования.
2. Изучить назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе гомогенизаторов.

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

#### Литература:

1. Курочкин А.А., Лященко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства/Под ред. В.М.Баутина.-М.:Колос, 2001.-440с.- (учебники и учеб. Пособия для студентов высших учеб. заведений).
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Бредихин С.А., Космодьямянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.:Колос, 2001. – 400с.:ил.

**Гомогенизаторы.** Наибольшее распространение в промышленности получили клапанные гомогенизаторы, основными узлами которых являются насос высокого давления и гомогенизирующая головка.

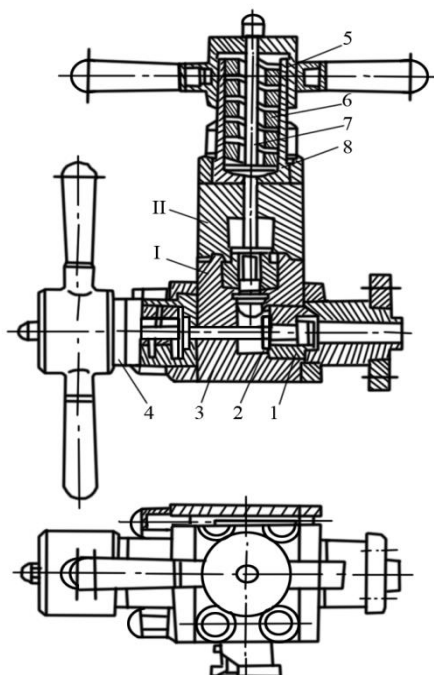


Рис. 115. Двухступенчатая гомогенизирующая головка: I-первая ступень; II-вторая ступень

На рис. 115 показана двухступенчатая гомогенизирующая головка, состоящая из корпуса 3 и клапанного устройства, основными частями которого являются седло клапана 1 и клапан 2. Клапан связан со штоком, на выступ которого давит пружина 6. Сила сжатия пружины регулируется путем перемещения накидной гайки 5 со штурвалом, которая вместе с пружиной, штоком 7 и стаканом 8 образует нажимное устройство 4.

Жидкость, нагнетаемая насосом под тарелку клапана, давит на тарелку и отодвигает клапан от седла, преодолевая сопротивление пружины. В образующуюся между клапаном и седлом щель высотой от 0,05 до 2,5 мм проходит с большой скоростью жидкость и при этом гомогенизируется. На следующей ступени процесс повторяется.

По типу гомогенизирующей головки гомогенизаторы можно подразделить на одно-, двух- и многоступенчатые. На практике применяют только одно- и двух- ступенчатые, так как многоступенчатые не оправдывают себя, поскольку приводят к громоздкости конструкции, неудобству к эксплуатации и незначительному улучшению эффекта гомогенизации по сравнению с двухступенчатыми.

Основными показателями работы гомогенизаторов являются универсальная рабочая и кавитационная характеристики. Универсальная характеристика гомогенизатора представляет зависимость между его производительностью, затрачиваемой мощностью и КПД. Она даст представление об уровне совершенства конструкции гомогенизатора и его техническом состоянии.

Снятие кавитационной характеристики требует установления мановакуумметра на высасывающей стороне гомогенизатора. Начало кавитации определяют по началу снижения подачи более чем на 2 %.

Кавитационная кривая показывает особенности работы гомогенизатора на его всасывающей стороне и позволяет решить вопрос об улучшении условий работы в конкретном случае.

**Гомогенизатор А1-ОГМ** (рис. 116), предназначенный для получения тонкоизмельченного однородного продукта, состоит из электродвигателя 1, станины 2, кривошипно-шатунного механизма 3 с системами смазки 7 и охлаждения, плунжерного блока 4 с гомогенизирующей 6 и манометрической 5 головками и предохранительным клапаном.

Принцип работы гомогенизатора заключается в нагнетании продукта через узкую щель между седлом и клапаном гомогенизирующей головки. Давление продукта перед клапаном 20...25 МПа, после клапана — близко к атмосферному. При таком резком перепаде давления наряду со значительным увеличением скорости продукт измельчается.

Гомогенизатор представляет собой трехплунжерный насос. Каждый из трех плунжеров, совершая возвратно-поступательное движение, всасывает жидкость из приемного канала, закрытого всасывающим клапаном, и нагнетает ее через нагнетательный клапан в гомогенизирующую головку под давлением 20...25 МПа.

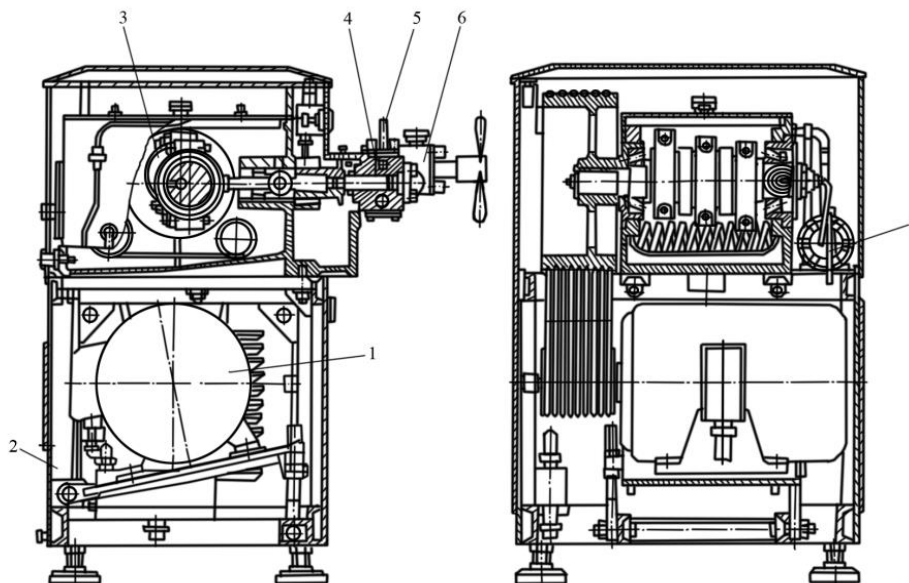


Рис. 116. Гомогенизатор А1-ОГМ

Гомогенизирующая головка является наиболее важной и специфической частью гомогенизатора. Она представляет собой стальной корпус, в котором находится цилиндрический центрируемый клапан. Под давлением жидкости клапан поднимается, образуя кольцевую щель, через которую жидкость проходит с большой скоростью и затем выводится через штуцер из гомогенизатора.

Регулированием давления пружины на клапан достигается оптимальный режим гомогенизации для различных продуктов.

Внутри станины шарнирно закреплена плита, положение которой регулируется винтами. На плите установлен электродвигатель 1, приводящий в движение кривошипно-шатунный механизм 3 через клиноременную передачу. В корпусе 2, представляющем собой резервуар с наклонным дном, размещены кривошипно-шатунный механизм 3, система охлаждения и масляный сетчатый фильтр. Система охлаждения предназначена для подвода холодной воды к плунжерам. Она включает в себя змеевик, уложенный на дне корпуса 2, перфорированную трубку над плунжерами и патрубки для подвода и отвода воды. Система смазки служит для подачи масла к шейкам коленчатого вала для уменьшения трения.

Техническая характеристика гомогенизатора А1-ОГМ приведена в табл. 1.

**Гомогенизатор К5-ОГА-10** (рис. 117) предназначен для дробления и равномерного распределения жировых шариков в молоке и жидких молочных продуктах, а также в смесях для мороженого.

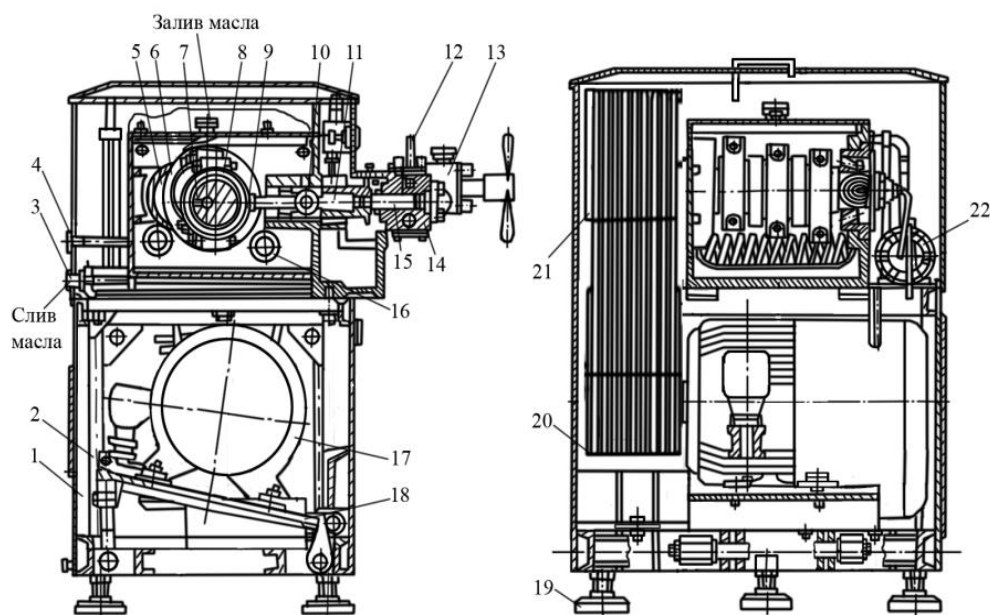


Рис. 117. Гомогенизатор К5-ОГА-10

Он представляет собой пятиплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующей головкой. Он состоит из станины 1 с приводом, кривошипно-шатунного механизма 5 с системами смазки и охлаждения, плунжерного блока 14 с гомогенизирующей 13 и манометрической 12 головками и предохранительным клапаном. Внутри плунжерного блока 14 имеется плунжер 15, соединенный с ползуном 11. Привод гомогенизатора осуществляется от электродвигателя 17 через ведущий 20 и ведомый 21 шкивы и клиноременную передачу. Внутри станины 1 шарнирно закреплена плита 18, положение которой регулируется винтами 2. Станина установлена на шести варьированных по высоте опорах 19.

Кривошипно-шатунный механизм 5 состоит из литого чугуна корпуса, коленчатого вала 7, установленного на двух роликоподшипниках, шатунов 8 с крышками 6 и вкладышами 9, ползунов 11, шарнирно соединенных с шатунами 8 при помощи пальцев 10, стаканов и уплотнений. Внутренняя плотность корпуса кривошипно-шатунного механизма является масляной ванной. В задней стенке корпуса смонтированы указатель уровня масла 4 и сливная пробка 3. В корпусе, представляющем собой резервуар с наклонным дном, размещены кривошипно-шатунный механизм 5, система охлаждения, масляный сетчатый фильтр и маслонасос 22.

Гомогенизатор имеет принудительную систему смазки наиболее нагруженных трущихся пар, которая применяется в сочетании с разбрызгиванием масла внутри корпуса. Охлаждение масла проводится водопроводной водой посред-

ством змеевика 16 охлаждающего устройства, уложенного на дне корпуса, а плунжеры охлаждаются водопроводной водой, попадающей на них через отверстия в трубе. В системе охлаждения установлено реле протока, предназначенное для контроля за протеканием воды.

Регулированием давления пружины на клапан достигается оптимальный режим гомогенизации для различных продуктов.

Техническая характеристика гомогенизатора К5-ОГА-10 приведена в табл. 6.

**Гомогенизатор А1-ОГ2-С** предназначен для механической обработки вязких молочных продуктов типа сливочных, плавленых и пластических сыров для придания однородности продукту с целью улучшения его качества.

Гомогенизатор представляет собой горизонтально расположенный трехплунжерный насос высокого давления с гомогенизирующим устройством.

Т а б л и ц а 6 – Технические характеристики гомогенизаторов

Показатель	К5-ОГА-10	А1-ОГМ	А1-ОГ2-С
Производительность, л/ч	1000	5000	500
Рабочее давление, МПа	20	20	20
Температура продукта, поступающего на гомогенизацию, °С	45...85	45...85	70...90
Электродвигатель:			
мощность, кВт	75	37	4
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	750	980	1000
Частота вращения коленчатого вала, мин <sup>-1</sup>	360	350	180
Количество плунжеров	5	3	3
Ход плунжера, мм	70	60	28
Число ступеней гомогенизации	2	2	—
Габаритные размеры, мм	1800×1500× ×1900	1480×111 0×	1300×190 0×
Масса, кг	4000	×1640 1710	×1500 645

**Сепаратор-сливкоотделитель ОСН-С** (рис. 118) состоит из станины 17 с приводным механизмом, приемно-отводящего устройства 12, гидроузла, чаши станины с приемником осадка 7, глушителя, пробки спуска масла 1, указателя уровня масла 2, горизонтального вала 3, тахометра 4, пробки залива масла 5, трубки подвода воды в сепарирующее устройство 6, зажима 8, гайки 9, крышки 11, штуцера подвода воды 16, вертикального вала 18, а также из пульта управления.

Молоко подается по трубопроводу и центральной трубке 15 приемно-отводящего устройства во вращающееся сепарирующее устройство 10. В это время поршень сепарирующего устройства закрыт. В полости под поршнем находится вода. При работе сепаратора происходит незначительное ее вытекание из сепарирующего устройства и патрубка станины при подпитке. Для герметизации системы поршень поджимается к прокладке силой гидростатического давления. Молоко подается в сепарирующее устройство, проходит через от-



верстия в тарелкодержателе и вертикальные каналы пакета, распределяется в межтарелочных пространствах, разделяясь на сливки, оттесняемые к оси вращения, и обезжиренное молоко, оттесняемое к периферии сепарирующего устройства. Сливки и обезжиренное молоко выводятся через камеры напорных дисков 13 и 14.

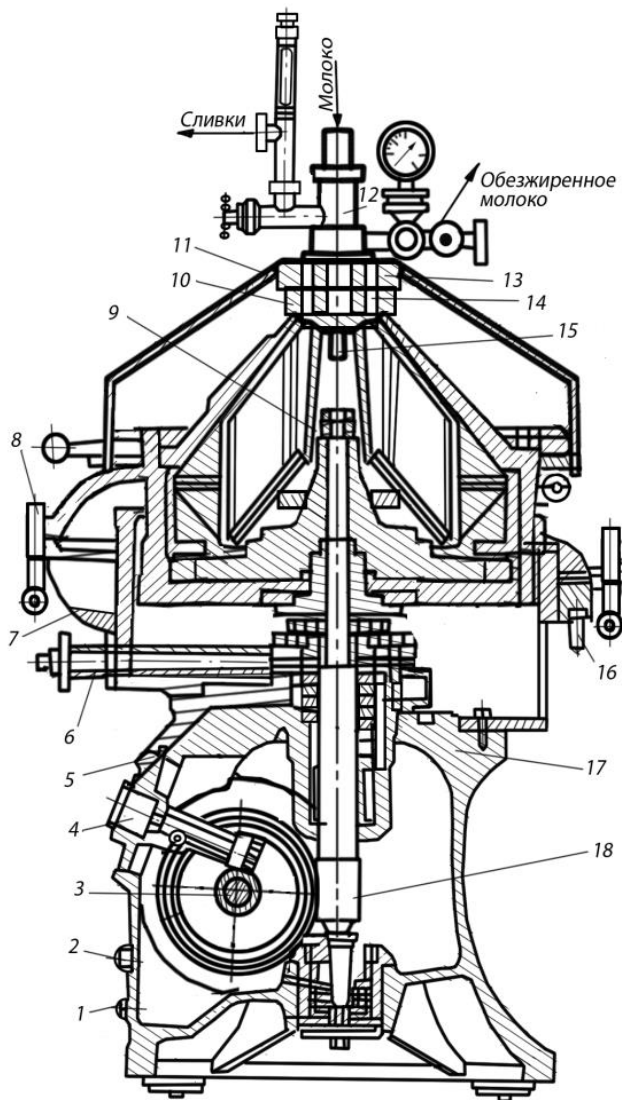


Рис. 118. Сепаратор ОСН-С с пульсирующей выгрузкой осадка

Твердые частицы и тяжелые примеси, выделяющиеся из молока, поступают в периферийный объем сепарирующего устройства, где происходит их накопление и уплотнение. Во избежание потерь молока применяют только частичную выгрузку осадка при открытии каналов.

Разгрузку сепараторов осуществляют в один или два этапа. При одноэтапной разгрузке осадок выгружается без перекрытия устройства для подачи исходного продукта. Однако во избежание потерь продукта в период раскрытия сепарирующего устройства выгружается не весь осадок, а лишь его часть. При двухэтапной разгрузке сначала перекрывается устройство для подачи исходного продукта и удаляется жидкость из межтарелочного пространства, а затем уже открываются щели для выгрузки, в результате чего осадок выбрасывается из сепарирующего устройства в приемник под

с действием центробежной силы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

### Оборудование для тепловой обработки молока

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

1. Охлаждительно-пастеризационная установка ОПФ-1-300.
2. Плакаты .

#### Цель и задачи работы:

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для тепловой обработки молока.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для нагрева и охлаждения.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе пастеризаторов.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе стерилизаторов.

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

#### Литература:

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Курочкин А.А., Лященко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства/Под ред.В.М.Баутина.-М.:Колос, 2001.- 440с.- (учебники и учеб. Пособия для студентов высших учеб. заведений).
3. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
4. Бредихин С.А., Космодьямянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.:Колос, 2001. – 400с.:ил.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

**Нагреватели** служат для нагрева (подогрева) молока. Для подогрева молока наибольшее распространение получили аппараты поверхностного типа с пластинчатой или трубчатой поверхностью нагрева. Производительность пластинчатых нагревателей до  $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ . трубчатых – до  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ . В качестве теплоносителя в нагревателях используют водяной насыщенный пар или горячую воду.

используют водяной насыщенный пар и горячую воду. Начальная температура молока, поступающего в аппарат,  $5...12^\circ \text{С}$ .

*Односекционный пластинчатый нагреватель молока* (рис.119) перед его сепарированием работает следующим образом. Сырое молоко подают в уравнительный бак с поплавковым регулятором уровня и затем центробежным насосом в нагреватель, где оно нагревается до заданной температуры. Нагретое молоко поступает в сепаратор, где разделяется на сливки и обезжиренное молоко. В случае нарушения заданного режима нагрева молоко направляется через клапан возврата в уравнительный бак. Другие пластинчатые нагреватели по конструкции аналогичны.

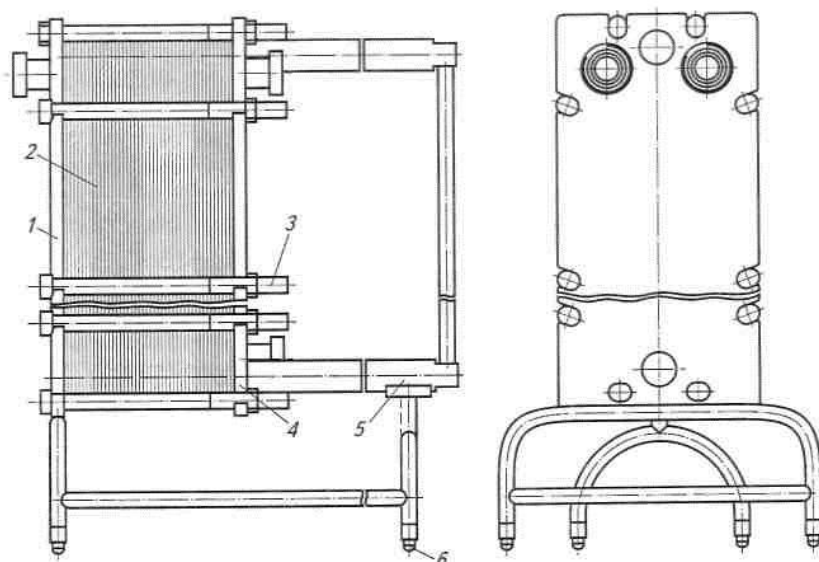


Рис. 119. Односекционный пластинчатый нагреватель молока: 1 — станина; 2 — пластины; 3 — зажимная стяжка; 4 — нажимная плита; 5 — направляющая штанга; 6 — ножка.

*Трубчатый подогреватель молока* (рис. 119) изготовлен из одноцилиндрового унифицированного теплообменника. В цилиндр аппарата впрессовано 24 трубки длиной 1,2 м каждая с внутренним диаметром 27 мм. Молоко насосом подается в одну из трубок цилиндра, затем последовательно проходит все 24 трубки и, нагретое до необходимой температуры, по трубопроводу направляется к сепаратору.

Молоко нагревается паром, поступающим в межтрубное пространство. Температуру подогреваемого молока регулируют вентилем вручную путем изменения количества подаваемого пара. Вследствие обильной конденсации пара

при нормальной работе аппарата давление в его цилиндре несколько меньше атмосферного.

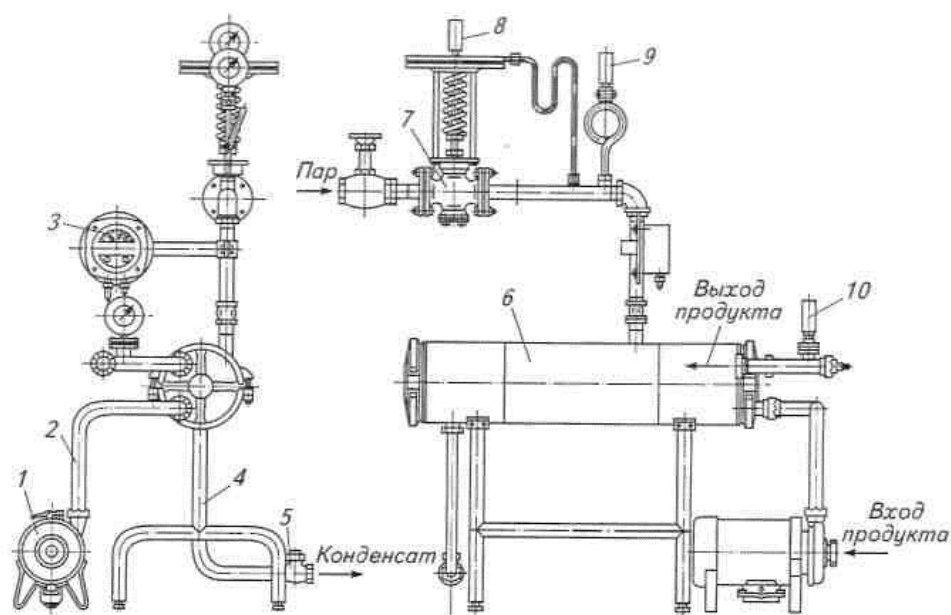


Рис. 120. Трубчатый подогреватель молока: 1 — насос для молока; 2 — молокопровод; 3 — термометр; 4 — подставка; 5 — конденсатоотводчик; 6 — цилиндр; 7 — регулятор давления; 8... 10 — манометры

Для санитарной обработки трубчатого подогревателя молока применяют циркуляционную мойку.

**Охладители** для молока бывают одно- и двухсекционные.

*Односекционный пластинчатый охладитель* (рис. 121, а) состоит из передней стойки, пакета теплообменных пластин, нажимной плиты, двух горизонтальных штанг с зажимными муфтами и подставки. В собранном охладителе с обеих сторон пластин, исключая крайние, образуются каналы, по которым с одной стороны пластины движется молоко, а с другой навстречу потоку молока — хладоноситель. Теплообмен происходит путем передачи теплоты через пластину от молока к хладоносителю. Герметичность в аппарате создается уплотнительными прокладками из пищевой резины, приклеенными в пазах по контуру пластин, и затяжкой пластин зажимными муфтами через нажимную плиту

Для подвода и отвода молока и хладоносителя на станине и нажимной плите имеются штуцера. Температуру выходящего молока и входящей в аппарат ледяной воды контролируют термометрами. Молоко, подлежащее охлаждению, центробежным насосом подается в охладитель, где встречный (противоток) поток ледяной воды охлаждает пластины, которые отбирают теплоту от молока и снижают его температуру до 2...6 °С.

Для подвода и отвода молока и хладоносителя на станине и нажимной плите имеются штуцера. Температуру выходящего молока и входящей в аппарат ледяной воды контролируют термометрами. Молоко, подлежащее охлаждению, центробежным насосом подается в охладитель, где встречный (противоток) поток ледяной воды охлаждает пластины, которые отбирают теплоту от молока и снижают его температуру до 2...6 °С.

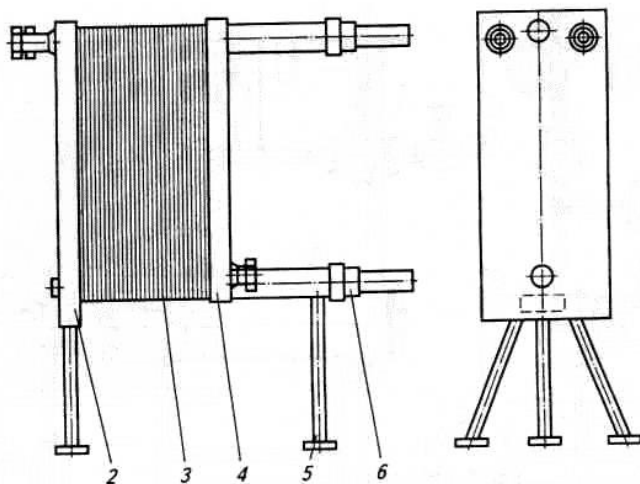
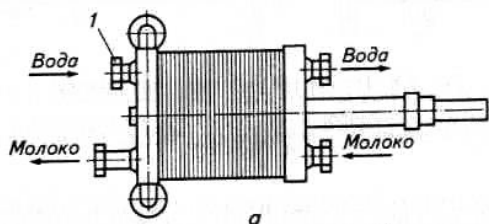


Рис. 121, а. Пластинчатый односекционный охладитель: 1 - штуцер; 2 - передняя стойка; 3 - теплообменные пластины; 4 - нажимная плита; 5 - подставка.



Двухсекционный пластинчатый охладитель (рис.121, б) состоит из двух теплообменных секций;

в первой — молоко температурой 30...35°С охлаждают артезианской или водопроводной водой до 13...16°С, а во второй — рассолом или ледяной водой до 2...6°С. Такие аппараты используют для охлаждения молока и смесей мороженого.

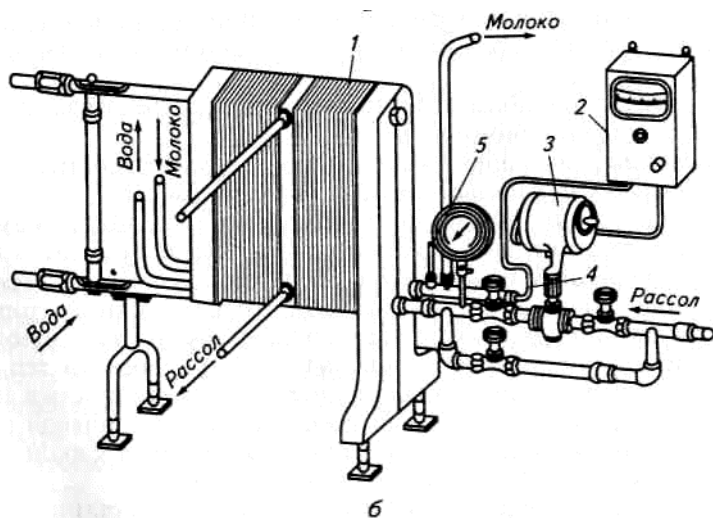


Рис. 121, б. Пластинчатый двухсекционный охладитель: 1 - пластинчатый охладитель; 2 - шкаф управления; 3 - исполнительный механизм; 4, 5 - температурные датчики.

Пастеризованная и гомогенизированная смесь мороженого температурой 80...86 °С поступа-

ет в пластинчатый аппарат, в секцию предварительного охлаждения, где охлаждается до 24...28 °С артезианской или водопроводной водой температурой не выше 12 °С.

Предварительно охлажденная смесь мороженого поступает во вторую секцию для окончательного охлаждения до 6... 10°С. Степень охлаждения определяется видом обрабатываемой смеси. Хладоносителем в этой секции служит рассол с начальной температурой от -5 до -7°С. Использовать рассол более низкой температуры нельзя, так как может нарушиться стабильная работа охладителя и смесь мороженого начнет замерзать в отдельных каналах аппарата и даже целых его пакетах.

Для охлаждения молока на предприятиях малой мощности и фермах используют пластинчатые охладители производительностью 1 м<sup>3</sup>/ч, пленочные охладители и другие аппараты. На перерабатывающих предприятиях эксплуатируют охладители производительностью 1,25...10м<sup>3</sup>/ч и более.

**Регенераторы теплоты.** Горячее молоко, выходящее из пастеризатора, уносит с собой большое количество теплоты, которое пропадает бесполезно, если молоко сразу поступает на охладитель. Эту теплоту используют для предварительного подогрева холодного молока перед пастеризацией, что позволяет экономнее расходовать теплоноситель при пастеризации. Такое использование теплоты горячего пастеризованного молока называется *регенерацией теплоты*.

Для регенерации теплоты применяют теплообменники, называемые *регенераторами*, в которых передача теплоты осуществляется путем поочередного соприкосновения теплоносителей с поверхностями аппарата. Выпускают различные типы регенераторов. В молочной промышленности используют в основном трубчатые и пластинчатые регенераторы.

Трубчатые регенераторы выполнены по принципу «труба в трубе», т. е. в трубу большего диаметра вставлена труба меньшего диаметра. В трубу с меньшим диаметром подается горячее молоко, а в кольцевой зазор между трубами — холодное, или наоборот. Через стенки трубы с меньшим диаметром теплота передается холодному молоку, одновременно горячее молоко охлаждается. Эффективность нагрева или охлаждения зависит от разности температур, скорости и режима движения потока молока, размера кольцевого зазора и длины труб.

Регенерацию теплоты широко используют в пастеризационно-охладительных и стерилизационно-охладительных установках. Примером пластинчатых регенераторов являются секции этих установок.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ

Для пастеризации молока и молочных продуктов применяют емкостное оборудование периодического действия, установки на базе пластинчатых и трубчатых аппаратов (для нагрева и охлаждения молока) и комбинированное оборудование. В емкостном оборудовании в качестве теплоносителя служат пар и горячая вода; в зависимости от конструкции оборудование бывает с электрическим нагревом теплоносителя и без него.

Емкость универсальная Г2-ОТ2-А (рис. 122, а) предназначена для тепловой обработки молока и сливок при выработке топленого молока, ряженки, сметаны, кефира, смеси мороженого и других молочных продуктов. Она представляет собой трехстенный цилиндрический вертикальный сосуд на опорах и состоит из внутренней нержавеющей ванны, заключенной в корпус и наружную обшивку. Под внутренней ванной размещена парораспределительная головка, к которой через трубопровод подводится пар. Патрубок для слива воды из межстенного пространства выведен вниз. К нему присоединены вентиль и трубопровод подачи холодной воды. Переливная труба служит для поддержания постоянного уровня воды в межстенном пространстве. Она присоединена к канализации с помощью воронки.

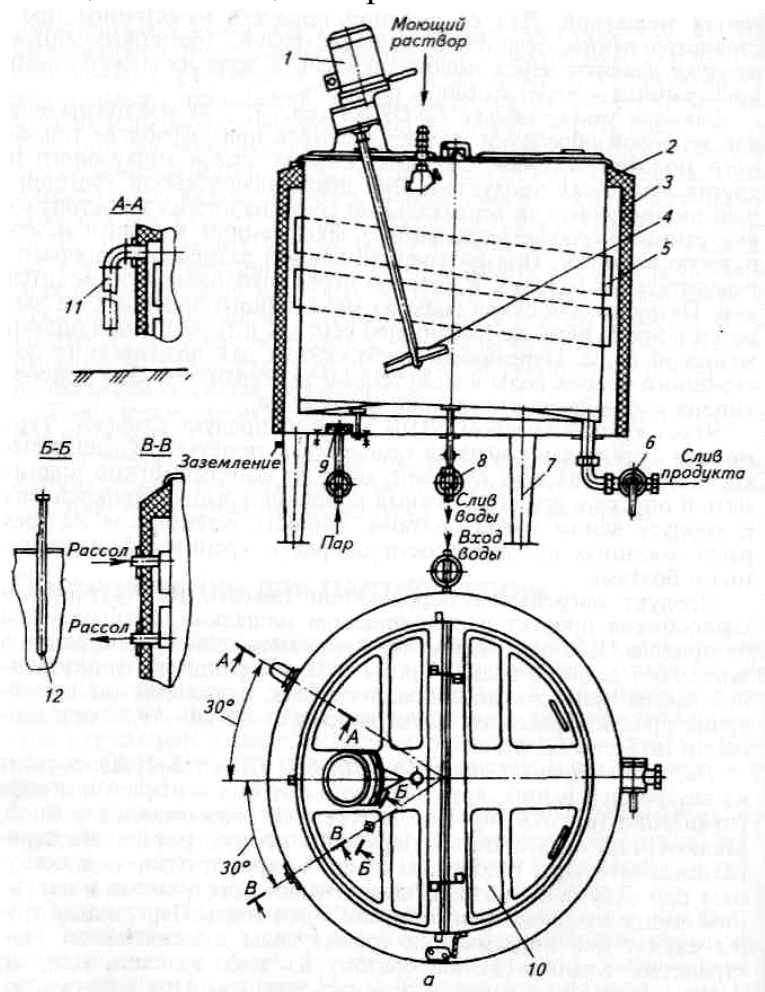


Рис. 122, а. Емкостное оборудование для пастеризации (универсальная емкость Г2-ОТ2-А): 1- привод мешалки; 2 - ванна; 3 - корпус; 4 - мешалка; 5 - змеевик; 6 - кран для слива; 7 - опора; 8 - вентиль; 9 - парораспределительная головка; 10 - крышка; 11 - сливная труба; 12 - термометр.

Через кран диаметром 50 мм готовый продукт сливают. Термометр служит для контроля температуры продукта. Крышка емкости состоит из двух половин, одну из которых можно поднимать и опускать вручную. Вторая половина крышки прикреплена к корпусу ванны тремя болтами. Емкость установлена на трех расположенных по окружности опорах и крепится фундаментными болтами.

Продукт нагревается пароводяной смесью. Для улучшения теплообмена продукт перемешивается мешалкой, вращающейся от привода. Для охлаждения продукта межстенное пространство заполняют ледяной водой. Кроме того, в верхней части внутренней ванны приварен по спирали змеевик, служащий для

охлаждения продукта рассолом температурой от  $-6$  до  $-10$  °С при давлении не более 0,1 МПа.

Пастеризационная ванна Г6-ОПА-600 (Г6-ОПБ-1000) состоит из внутренней ванны, двух электромагнитных вентиляей и шкафа управления (рис. 123, б). Под внутренней нержавеющей ванной, заключенной в двустенный наружный корпус, размещена парораспределительная головка, к которой через трубопровод поступает пар. Для слива воды из межстенного пространства в наружном днище предусмотрен патрубок с вентиляем. Переливные трубы служат для поддержания уровня воды в межстенном пространстве. Крышка ванны состоит из двух половин, одну из которых легко поднимать и опускать вручную. При подъеме половины крышки через конечный выключатель отключается привод мешалки. Вторая половина крышки прикреплена к корпусу ванны тремя болтами. Ванна установлена на трех опорах под углом  $120^\circ$  и прикреплена к фундаменту с помощью анкерных болтов.

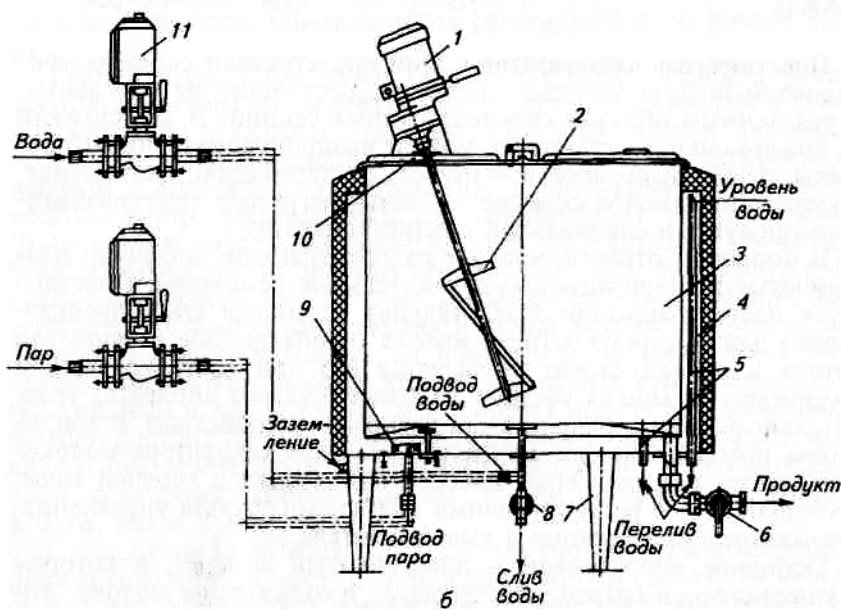


Рис. 123, б. Емкостное оборудование для пастеризации (ванна Г6-ОПА-600 / Г6-ОПБ-1000/): 1 – привод мешалки; 2 – мешалка; 3 – внутренняя ванна; 4 – корпус; 5 – переливные трубы; 6 – кран; 7 – опора; 8 – вентиль; 9 – распределительная головка; 10 – крышка корпуса; 11 – электромагнитный вентиль.

Ванна заполняется продуктом до уровня сигнализатора. Продукт перемешивается мешалкой, вращающейся от привода. Готовый продукт сливают через молочный кран. Температура продукта и воды в межстенном пространстве контролируется термометрами.

Нагрев продукта достигается за счет нагрева холодной воды в межстенном пространстве с помощью пара. Для улучшения теплообмена продукт перемешивается мешалкой. Для охлаждения продукта межстенное пространство ванны заполняют охлажденной водой. Поддержание постоянной температуры пастеризации и охлаждения, включение в работу мешалки выполняются автоматически или вручную. Аналогичные конструкции и принцип действия имеет пастеризационная ванна ВПУ-500.

В пастеризационных ваннах с электрическим нагревом встроены ТЭНы, управляемые терморегуляторами. Продолжительность нагрева контролирует реле времени. В остальном эти ванны практически не отличаются от описанных выше.



**Пастеризационно-охлаждающая установка**, применяемая при производстве питьевого молока, включает (рис. 124) уравнильный бак, центробежный насос для молока, пластинчатый аппарат, сепаратор-молокоочиститель, выдерживатель, возвратный клапан, инжекторы, центробежный насос для горячей воды, пароконтактный нагреватель и шкаф управления.

Центробежный насос забирает молоко из уравнильного бака и подает его в пластинчатый аппарат. Для исключения подсоса воздуха в насос в уравнильном баке с помощью поплавкового механизма поддерживается определенный уровень молока (не менее 300 мм). Невыполнение этого условия приводит к пенообразованию, которое снижает эффективность пастеризации.

Пластинчатый аппарат имеет главную переднюю стойку (рис. 124,а) и вспомогательную заднюю стойку, в которые закреплены концы верхней и нижней горизонтальных штанг. Верхняя, предназначена для подвески теплообменных пластин. По периферии каждой пластины в специальной канавке уложена большая резиновая прокладка, герметично уплотняющая канал.

В пластинах сделаны угловые отверстия с небольшими кольцевыми резиновыми прокладками. После сборки пластин в аппарате образуются две изолированные системы каналов, по которым перемещаются молоко и охлаждающая жидкость.

Пластинчатый аппарат снабжен теплообменными пластинами из нержавеющей стали, разбитыми на пять секций: первая и вторая ступени регенерации, пастеризации, охлаждения артезианской водой и охлаждения ледяной водой. Некоторые пластинчатые аппараты имеют одну секцию регенерации. Секции отделены друг от друга специальными промежуточными плитами, по углам которых смонтированы штуцера для подвода и отвода жидкостей. На пластине выбиты порядковые номера, те же номера указаны на схеме компоновки пластин.

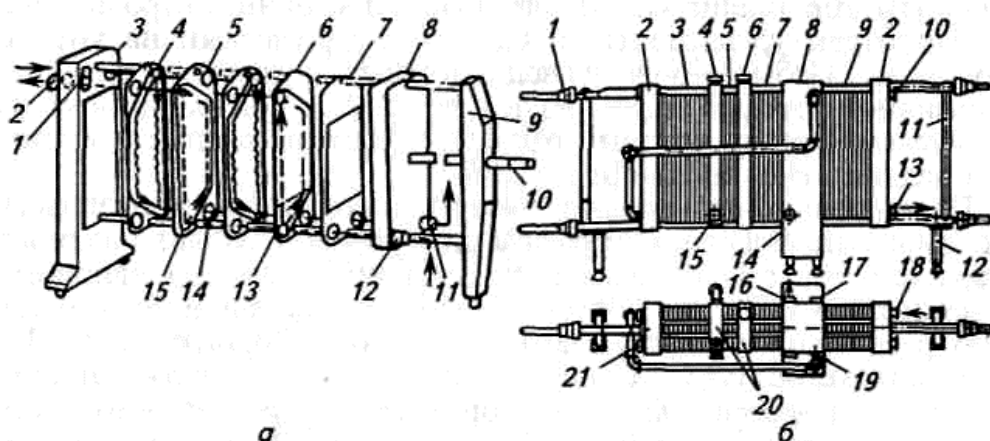


Рис. 124. Пластинчатые аппараты с различным расположением секций: **а** - с односторонним расположением: 1, 2, 11, 12—штуцера; 3—передняя стойка; 4—верхнее угловое отверстие; 5—малая кольцевая резиновая прокладка; **б**—граничная пластина; 7—штанга; 8—нажимная плита; 9—задняя стойка; 10—винт; 13—большая резиновая прокладка; 14—нижнее угловое отверстие; 15—теплообменная пластина; **б** - с двусторонним расположением: 1—зажимное устройство; 2—нажимные плиты; 3—первая секция регенерации; 4—штуцер для выхода молока из секции рекуперации и подачи его к сепаратору-молокоочистителю; 5—вторая секция рекуперации; 6—штуцер для подачи молока в секцию регенерации после выдерживателя; 7—секция пастеризации; 8—главная стойка; 9—

секция водяного и рассольного охлаждения; 10— штуцер для подачи пастеризованного молока; 11— распорка; 12 — ножка; 13 — штуцер для выхода рассола; 14 — штуцер для выпуска пастеризованного молока из секции пастеризации и подачи его в выдерживатель; 15— штуцер для подачи молока в секцию рекуперации после сепаратора-молокоочистителя; 16— штуцер для выпуска горячей воды; 17— штуцер для выхода холодной воды; 18— штуцер для подачи рассола; 19— штуцер для подачи пастеризованного молока в секцию водяного охлаждения; 20— разделительные плиты; 21 — штуцер для подачи сырого молока.

Пластины прижаты к стойке плитами и нажимными устройствами. Степень сжатия тепловых секций определяют по таблицам со шкалой, установленным на верхней и нижней распорках. Нулевое деление устанавливают по оси болта вертикальной распорки, оно соответствует минимальному сжатию секций, обеспечивающему герметичность.

Пластинчатые аппараты с двусторонним расположением секций по отношению к главной стойке (рис.124,б) применяют в установках большой производительности.

Сепаратор-молокоочиститель служит для очистки молока. При использовании очистителя с центробежной выгрузкой осадка устанавливают один сепаратор, с ручной - два.

Выдерживатель - один из основных элементов пастеризационно-охлаждающих установок. В нем молоко выдерживают при температуре пастеризации определенное время (20 или 300 с), необходимое для завершения бактерицидного действия температуры. Выдерживатель состоит из одного или четырех цилиндров, закрепленных на трубчатых опорах. В некоторых установках выдерживатель выполнен в виде четырех секций, каждая из которых представляет собой спираль, изготовленную из трубы диаметром 60 мм. При обработке молока от здоровых животных задействована одна секция. При обработке молока от больных животных его пропускают последовательно через все четыре секции выдерживателя. Время выдержки молока при прочих равных условиях зависит также от объема выдерживателя.

Возвратный, или перепускной, электрогидравлический клапан служит для автоматического переключения потока молока на повторную пастеризацию при снижении его температуры в секции пастеризации.

Система нагрева промежуточного теплоносителя пастеризационно-охлаждающей установки состоит из конвекционного бака, насоса горячей воды, инжектора, регулирующего клапана подачи пара и трубопроводов.

Уравнительный бак служит для сбора, выравнивания температуры и отвода излишков воды.

Инжектор предназначен для смешивания пара с водой, циркулирующей между конвекционным баком и секцией пастеризации установки. Количество пара, поступающего в инжектор, регулируется клапаном в зависимости от заданной температуры пастеризации молока.

Для циркуляции горячей воды в системе инжектор - пластинчатый аппарат — конвекционный бак применяют центробежный насос 2К20/18 или 2К 20/30.

В пастеризационно-охлаждающих установках с электронагревом промежуточного теплоносителя вместо конвекционного бака с инжектором применяют

электрический водонагреватель, представляющий собой цилиндрический резервуар вместимостью около 40 л, на крышке которого размещены электронагревательные элементы. Для подпитки и поддержания постоянного уровня воды предусмотрен уравнивательный бак, смонтированный на корпусе резервуара. Избыток воды из водонагревателя удаляют с помощью переливной трубы. Уровень воды в резервуаре контролируется измерителем уровня, который отключает нагревательные элементы при падении его ниже нормы.

*Пастеризационно-охладительная установка при производстве питьевого молока работает следующим образом. Молоко из резервуара (см. рис.125) направляется самотеком или под напором в уравнивательный бак, из которого насосом подается в первую секцию регенерации пластинчатого аппарата.*

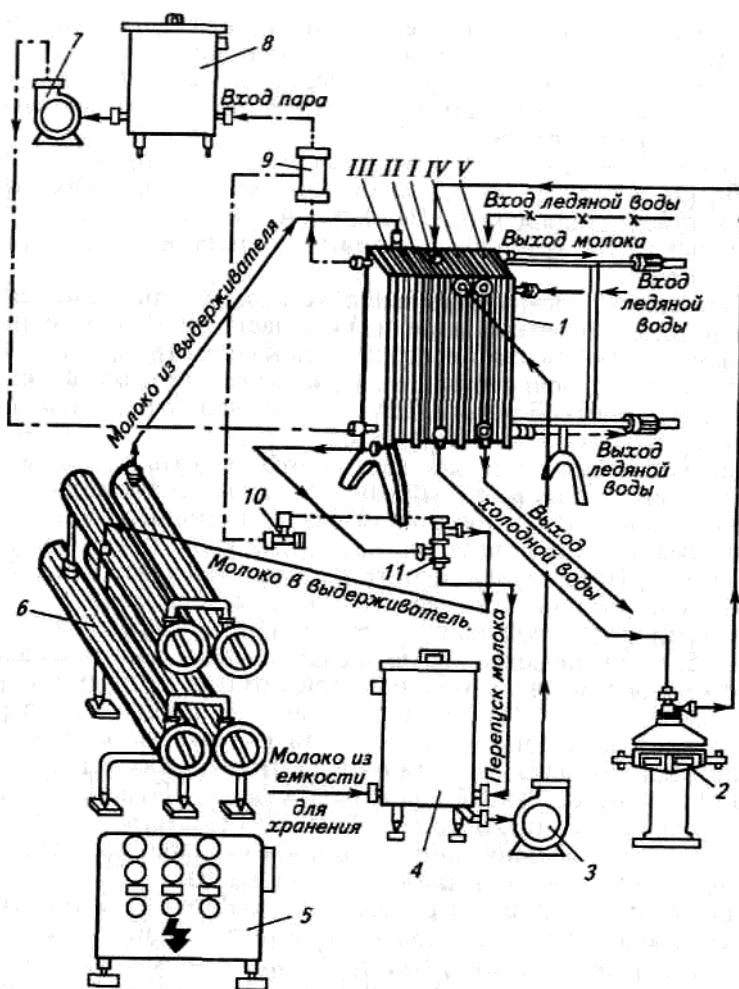


Рис. 125. Схема пластинчатой пастеризационно-охладительной установки: 1- пластинчатый аппарат; 2 - сепаратор-молокоочиститель; 3 - молочный насос; 4 - уравнивательный бак; 5- пульт управления; 6 - выдерживатель; 7- водяной насос; 8 - конвекционный бак; 9 - инжектор; 10 - клапан, регулирующий подачу пара; 11 - перепускной электрогидравлический клапан; I, II - секции регенерации; III - секция пастеризации; IV - секция охлаждения холодной водой; V - секция охлаждения ледяной водой.

*Подогретое до 37... 40° С . молоко из установки поступает в молокоочиститель для очистки от механических примесей и далее во вторую секцию регенерации и секцию пастеризации, где нагревается до 90°С. Далее молоко через электрогидравлический перепускной клапан направляется в выдерживатель, находится там в течение 300 с, после чего направляется в секции регенерации для отдачи теплоты встречному потоку молока, поступающему в аппарат. Затем оно попадает последовательно в секции охлаждения водой и рассолом, где охлаждается до 8 °С, и выходит*

Для охлаждения молока используют артезианскую и ледяную воду (рассол) от холодильной установки.

Охлаждение молока до температуры не выше 8 °С возможно только при нормальной кратности подачи воды и рассола в секции охлаждения. Весь процесс пастеризации регулируется автоматически.

Требуемая температура пастеризации поддерживается электронным мостом. Температура пастеризации записывается на диаграммной ленте контрольного прибора. Звуковая и световая сигнализация срабатывает при падении температуры пастеризации ниже 90° С.

Наряду с косвенным обогревом продукта, когда молоко обрабатывается горячей водой, подогретой паром или электронагревателями, в некоторых пастеризаторах в качестве источника прямого нагрева пищевых продуктов применяют инфракрасные нагреватели.

Требуемая температура пастеризации поддерживается электронным мостом. Температура пастеризации записывается на диаграммной ленте контрольного прибора. Звуковая и световая сигнализация срабатывает при падении температуры пастеризации ниже 90°С.

Наряду с косвенным обогревом продукта, когда молоко обрабатывается горячей водой, подогретой паром или электронагревателями, в некоторых пастеризаторах в качестве источника прямого нагрева пищевых продуктов применяют инфракрасные нагреватели.

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ**

Для тепловой стерилизации молока применяют две основные группы оборудования – аппараты и установки для стерилизации молока в таре и потоке. Стерилизация молока в потоке экономичнее стерилизации в таре.

#### ***Установки для стерилизации молока в потоке***

*Пластинчатые установки* (рис. 126) предназначена для стерилизации и охлаждения питьевого молока в потоке с последующим его фасованием в асептических условиях. Коэффициент рекуперации теплоты составляет 85...93 %. Пластинчатые аппараты в стерилизационно-охладительных установках отличаются конструкцией теплообменных пластин и их компоновкой.

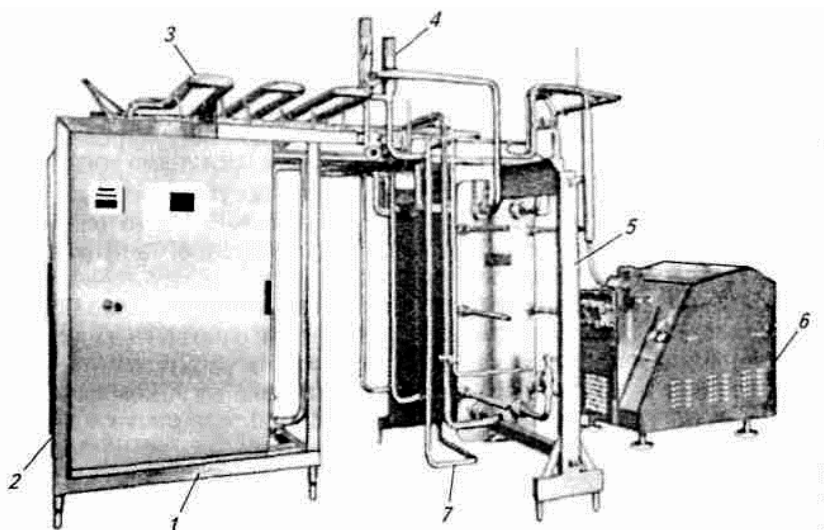


Рис. 126. Общий вид пластинчатой стерилизационно-охлади-тельной установки для молока: 1 - рама; 2 - пульт управления; 3 - трубчатый выдерживатель; 4- возвратный клапан; 5 - пластинчатый аппарат; 6 - гомогенизатор; 7 - трубопроводы для горячей воды.

При работе установки (рис. 127) сырое молоко температурой 5 °С подают в уравнильный бак, а затем центробежным насосом 2 в пластинчатый аппарат, состоящий из пяти секций: рекуперации теплоты, нагрева молока, стерилизации, охлаждения и доохлаждения молока. В качестве теплоносителя применяется горячая вода, которая под давлением прокачивается через аппарат.

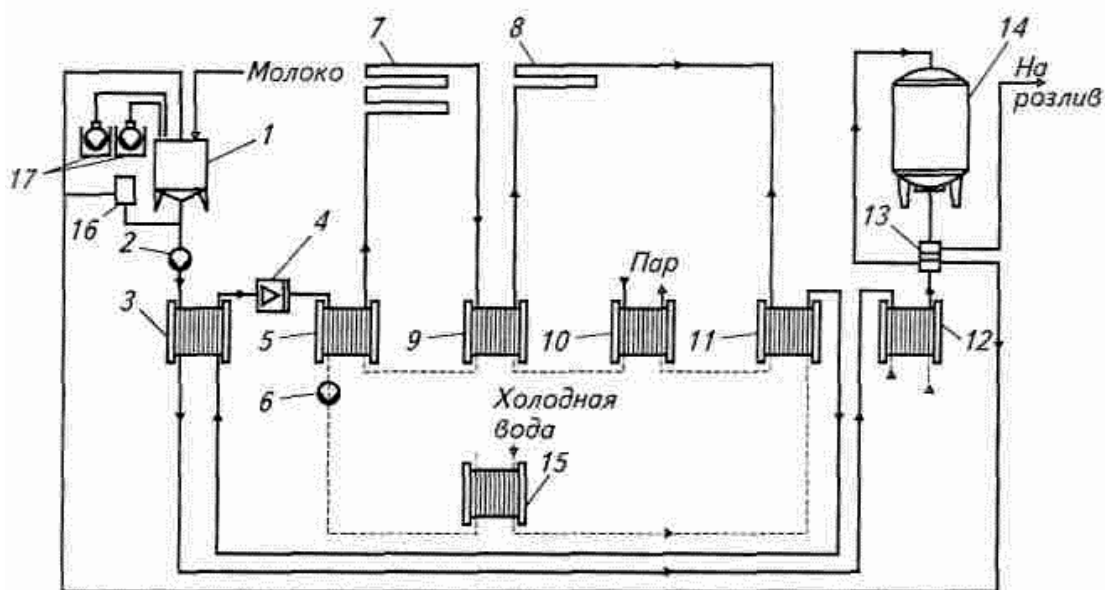


Рис. 127. Схема пластинчатой стерилизационно-охлади-тельной установки: 1 — уравнильный бак; 2,6 — насосы; 3 — секция рекуперации теплоты; 4— асептический гомогенизатор; 5 — секция нагрева молока; 7, 8 — трубчатые выдерживатели; 9 — секция стерилизации; 10 — бойлер; 11 — секция охлаждения молока; 12 — секция доохлаждения молока; 13 — возвратный клапан; 14 — асептический резервуар; 15 — охладитель воды; 16— пробоотборник; 17— установка для циркуляционной мойки

В секции рекуперации молоко нагревается горячим стерилизованным молоком до 70°С и поступает в гомогенизатор, который одновременно с гомогенизацией молока обеспечивает его проток через остальную часть установки. Давление гомогенизации регулируется и составляет до 30 МПа.

Гомогенизатор нагнетает молоко температурой 75°C (при гомогенизации происходит повышение температуры на 5°C) в секцию нагрева, где оно нагревается до 90 °С горячей водой, поступившей из секции стерилизации, и попадает в трубчатый выдерживатель 7, в котором молоко выдерживается в течение 30 с.

Из трубчатого выдерживателя 7 молоко поступает в секцию стерилизации. Контроль и регулирование температуры стерилизации и возврата молока на повторную стерилизацию осуществляются автоматически.

До температуры стерилизации 137...142°C молоко нагревают горячей водой, которая нагнетается в секцию стерилизации под давлением. Воду до температуры, превышающей температуру стерилизации на 3...4°C, нагревают в бойлере (пластинчатом теплообменнике) паром, который поступает из котельной. Циркуляцию горячей воды в нагревательном контуре осуществляет центробежный насос 6. Чтобы предотвратить кипение воды, в потоке поддерживается постоянное избыточное давление, которое достигается с помощью промежуточного сосуда (на схеме не показан), заполненного водой. Сосуд соединен с компрессором и нагревательным контуром, а давление на заданном уровне контролируется электроконтактным манометром, датчик которого установлен в промежуточном сосуде.

После секции стерилизации молоко проходит трубчатый выдерживатель 8, в котором выдерживается 1...4 с, и поступает на охлаждение до 25...5 °С, которое осуществляется последовательно путем передачи теплоты молока в секциях охлаждения, рекуперации и доохлаждения.

Хладоносителем в секции охлаждения служит вода, которая использовалась как теплоноситель в секциях нагрева и стерилизации. Она охлаждается в охладителе (пластинчатом теплообменнике) холодной водой. Окончательное охлаждение молока происходит в секции доохлаждения ледяной водой.

Охлажденное стерилизованное молоко поступает в асептический резервуар и направляется на розлив. Производительность пластинчатых стерилизационно-охлаждающих установок составляет от 0,5 до 10 м<sup>3</sup>/ч и более.

Недостаток стерилизационной установки заключается в том, что в качестве теплоносителя для нагревания молока до температуры стерилизации применяют горячую воду. Это, во-первых, усложняет конструкцию установки, так как появляются дополнительные конструктивные элементы: насос для горячей воды, компенсационный бачок. Во-вторых, нагнетание горячей воды в секцию стерилизации при повышенном давлении требует дополнительного расхода мощности на работу насоса. Расход мощности зависит от кратности горячей воды и может достигать значительных величин при кратности 4...8 и высокой производительности стерилизационной установки. В-третьих, поверхности конструктивных элементов системы приготовления горячей воды служат дополнительными источниками потерь теплоты в окружающую среду.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16

### Оборудование для производства сливочного масла

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

##### 1. Плакаты

#### Цель и задачи работы:

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для производства сливочного масла

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для производства сливочного масла сбиванием сливок (сливкосозревательного аппарата, маслоизготовителя).
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для производства сливочного масла преобразованием высокожирных сливок (сепараторов, ванны для нормализации, маслообразователя, гомонизатора-пластификатора).

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА СБИВАНИЕМ СЛИВОК

Основное оборудование при производстве сливочного масла сбиванием — сливкосозревательные аппараты и маслоизготовители периодического и непрерывного действия.

Сливкосозревательные аппараты предназначены для физического созревания сливок. Принцип их работы основан на равномерном и дозированном воздействии теплоты (охлаждения) на сливки для перевода части молочного жира в твердое состояние.

Сливкосозревательный аппарат вертикального типа с рамной мешалкой (рис.128) применяют для подготовки и обработки сливок при выработке сливочного масла и сметаны. Рабочая вместимость аппарата  $6,3 \text{ м}^3$ .

Основная часть аппарата — вертикальный цилиндрический резервуар с коническим днищем. На наружной стороне днища и боковой стенке резервуара расположены змеевики, соединенные между собой перемычкой. Пространство между змеевиками и кожухом аппарата заполнено теплоизоляционным материалом.

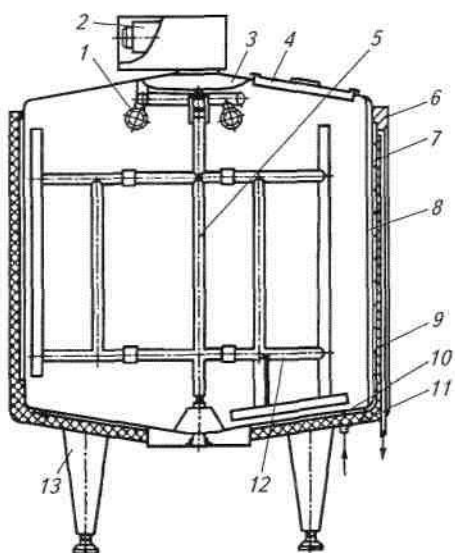


Рис. 128. Сливкосозревательный аппарат вертикального типа с рамной мешалкой: 1 — моющая головка; 2 — привод; 3 — внутренняя емкость; 4 — люк; 5 — вал мешалки; 6 — теплоизоляция; 7, 10 — змеевик; 8 — датчик количества продукта; 9 — труба слива холодной и теплой воды; 11 — патрубок для подвода тепло- и хладоносителя; 12 — лопасть мешалки; 13 — опора

К особенностям аппарата относятся конструкция мешалки и устройства для мойки. Рамная мешалка равномерно и эффективно перемешивает созревающие сливки с частотой  $0,33 \text{ с}^{-1}$ . Лопасти мешалки прикреплены вертикально к стойке с помощью направляющих стержней и накидных гаек. Для предотвращения бокового перемещения мешалки во время работы в нижней части емкости предусмотрена опора. Привод мешалки установлен в верхней части аппарата и закрыт кожухом.

Устройство для мойки аппарата состоит из трех моющих головок, установленных в верхней части резервуара и прикрепленных к кольцевому коллектору, в который по трубопроводу поступает моющий раствор. Моющие головки расположены под углом к оси емкости, что обеспечивает высокое качество мойки.

В резервуаре установлен датчик дистанционного измерения уровня сливок, а на боковой стенке смонтированы пробный кран, датчик температуры сливок,



стеклянный термометр и датчик рН-метра. Управление режимами работы аппарата и ввод программ осуществляются с пульта автоматического управления, информация отображается на однострочном дисплее и светодиодных индикаторах пульта автоматического управления.

Сливкосозревательный аппарат горизонтального типа (так называемая сливкосозревательная ванна, рис. 129) представляет собой горизонтальный резервуар корытообразной формы с рубашкой, которая заполняется водой, подогреваемой паром. Пар поступает из трубчатого перфорированного барботера, расположенного в нижней части резервуара. Рабочая вместимость таких аппаратов 0,8 и 2 м<sup>3</sup>.

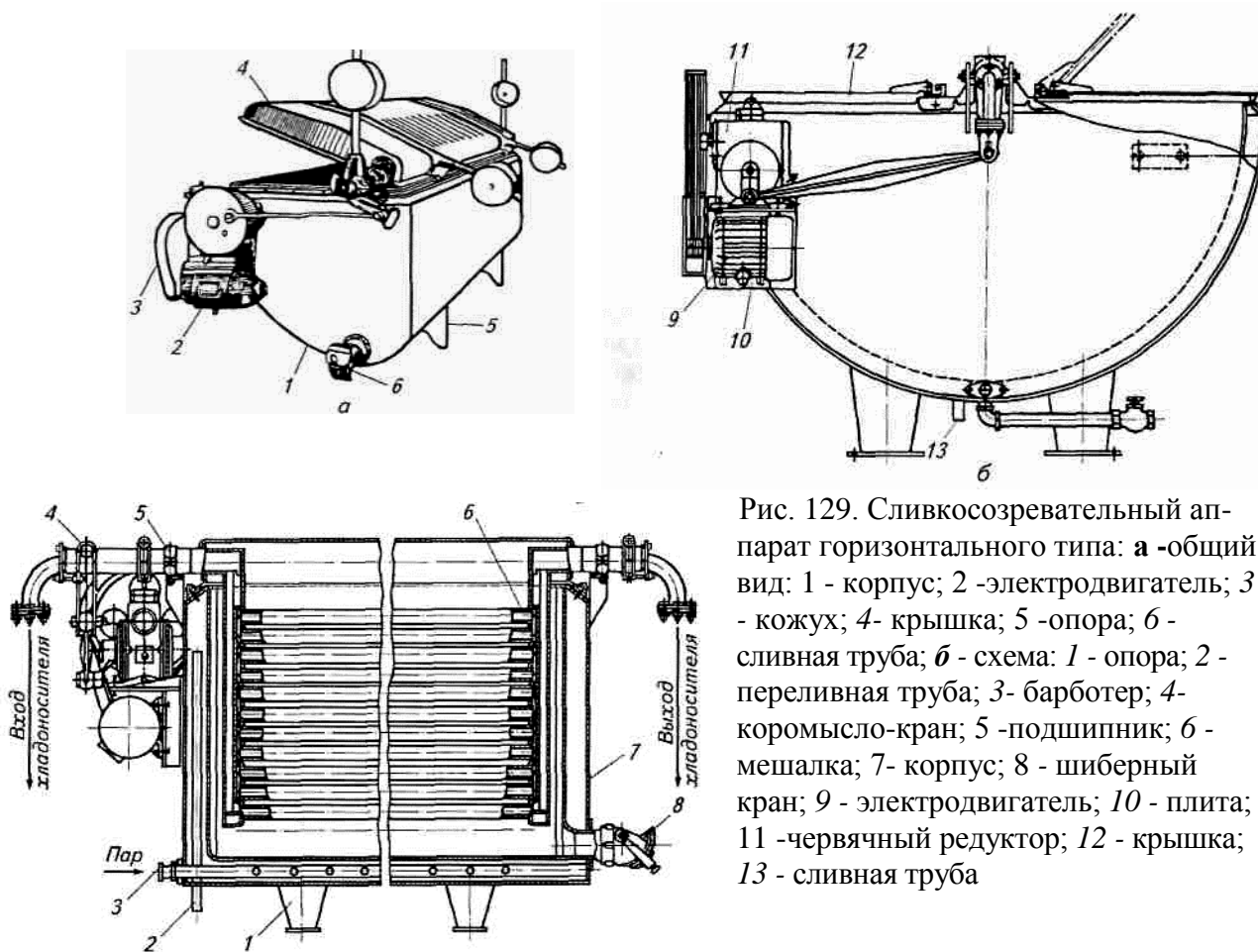


Рис. 129. Сливкосозревательный аппарат горизонтального типа: **а** -общий вид: 1 - корпус; 2 -электродвигатель; 3 - кожух; 4- крышка; 5 -опора; 6 - сливная труба; **б** - схема: 1 - опора; 2 - переливная труба; 3- барботер; 4- коромысло-кран; 5 -подшипник; 6 - мешалка; 7- корпус; 8 - шиберный кран; 9 - электродвигатель; 10 - плита; 11 -червячный редуктор; 12 - крышка; 13 - сливная труба

Сливки заливают в ванну, трубчатая мешалка, совершая колебательное движение, равномерно их перемешивает. Угол колебания мешалки может изменяться от 60 до 100°. В мешалку подводится хладоноситель (рассол, ледяная, охлажденная вода и др.). Для нагрева продукта в рубашку, предварительно заполненную водой до переливной трубы, подают пар, который конденсируется и отдает теплоту воде, а через стенки — продукту. При перемешивании продукта достигается его равномерный нагрев.

Маслоизготовители периодического действия представляют собой барабан, а непрерывного действия — цилиндрическую камеру. У маслоизготовителей периодического действия (рис.130.) барабан может быть цилиндри-

ческой, конической, кубической, грушевидной формы. Наиболее распространены маслоизготовители с цилиндрическим барабаном.

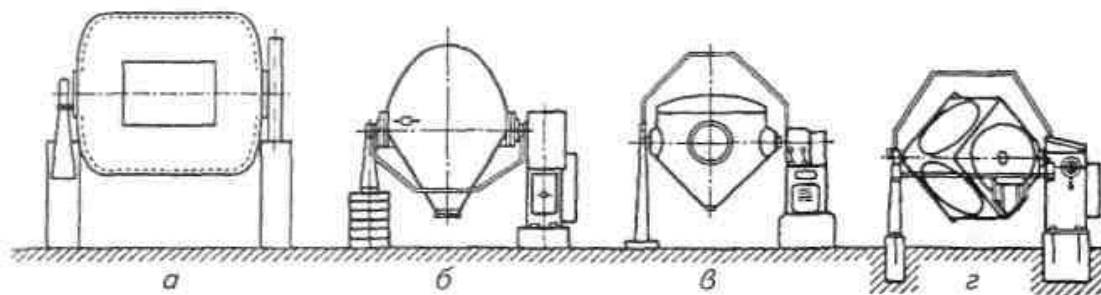


Рис. 130. Схема маслоизготовителя с цилиндрическим барабаном (а); грушевидным (б); коническим (в); кубическим (г).

Масло в маслоизготовителях получается в результате соединения жировых шариков при сбивании в масляное зерно и отпрессовывании его в пласт. В маслоизготовителях периодического действия сбивание сливок осуществляется путем их гравитационного перемешивания. При вращении барабана маслоизготовителя, заполненного на 30...50 %, сливки сначала поднимаются, а затем стекают или сбрасываются под действием силы тяжести. В результате такой механической обработки (сбивания) образуется масляное зерно. Обработка масляного зерна и образование из него пласта заключаются в многократном подъеме комков масла и их сбрасывании. Высота подъема, возникающее давление, характер поверхности продукта определяются размерами и частотой вращения барабана маслоизготовителя.

*Маслоизготовитель периодического действия с цилиндрическим барабаном* приведен на рис.131,а. На поверхности барабана смонтированы откидной люк, смотровые окна, кран для выпуска пахты и клапан для выпуска газов, образующихся при сбивании сливок. Внутренняя поверхность барабана обработана специальным составом для исключения прилипания.

Над барабаном расположено орошающее устройство, изготовленное из труб с отверстиями. Оно смонтировано на станине маслоизготовителя и соединено с трубопроводами для теплой и холодной воды.

Перед началом работы барабан маслоизготовителя последовательно обрабатывают горячей и холодной водой. Для этого барабан заполняют на 10...15 % водой температурой 75...80 °С и вращают 1...2 мин на скорости сбивания. Пар, образовавшийся в барабане, выпускают через клапан через каждые 1...2 оборота. После этого горячую воду сливают, а барабан заливают на 30...40 % холодной водой температурой на 2...3 °С ниже температуры сбивания сливок и вращают его 2...3 мин. Холодную воду из барабана маслоизготовителя удаляют перед наполнением его сливками.

Если температура воды, сливаемой из барабана, выше температуры, требуемой для сбивания сливок, то обработку повторяют.

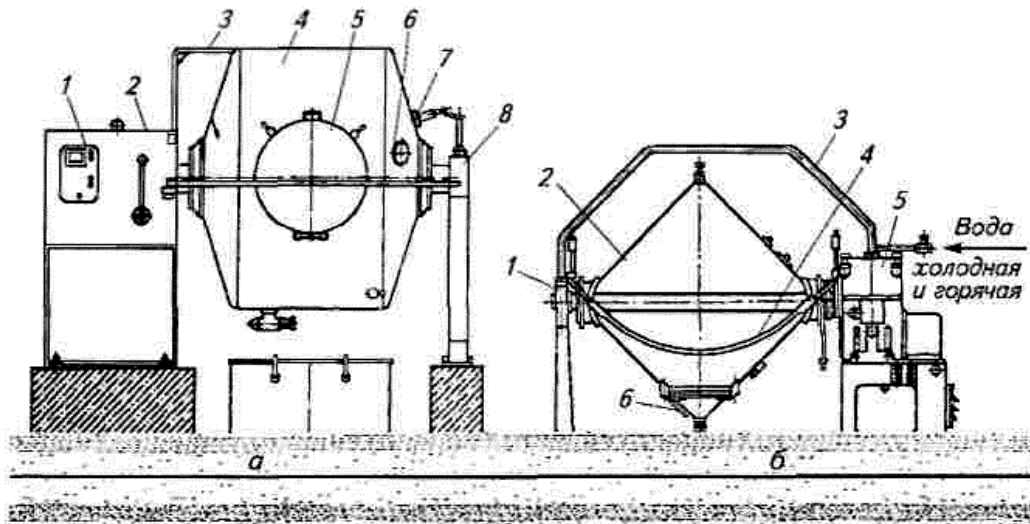


Рис. 131. Маслоизготовители периодического действия: а - с цилиндрическим барабаном: 1 — пульт управления; 2—станина; 3 — орошающее устройство; 4—барабан; 5 — люк; 6— смотровое окно; 7- клапан выпуска газа; 8— стойка; б — с коническим барабаном: 1 — стойка задняя; 2—емкость; 3 — устройство для орошения; 4— ограждение; 5— станина с коробкой скоростей; 6 — тележка для приема масла

Подготовленный к работе барабан маслоизготовителя заполняют созревшими сливками. В зависимости от массовой доли жира в сливках рекомендуется следующая степень заполнения барабана маслоизготовителя: при сбивании сливок с массовой долей жира до 37 % она должна составлять 40...50 % геометрической вместимости барабана, а при сбивании сливок с массовой долей жира более 37% - 35 %. Минимальная степень заполнения барабана маслоизготовителя 25 %.

Массовая доля жира в сливках должна быть 30...45 % (оптимальная 32...37 %), температура сбивания — 7...10 °С летом и 8...14 °С зимой. В первые 3...5 мин сбивания происходит автоматический выпуск газов через клапан. Во время сбивания температуру сливок регулируют подачей воды на поверхность барабана из орошающего устройства. Сливки сбивают до получения готового масляного зерна при частоте вращения барабана  $0,5 \text{ с}^{-1}$  в течение  $2/3$  общей продолжительности процесса и при  $0,33 \text{ с}^{-1}$  в конце процесса.

Продолжительность сбивания сливок зависит от их способности вспенивания и скорости разрушения образующейся пены. Для ускорения сбивания следует повысить пенность сливок, понизить устойчивость образующейся пены и создать благоприятные условия для ее разрушения. Однако при повышении пенности возможно увеличение продолжительности сбивания. При обильном вспенивании (вследствие фальсификации сливок содой) весь объем маслоизготовителя может быть заполнен пеной. При этом сбивания сливок не происходит.

Продолжительность сбивания сливок зависит также от массовой доли в них жира: с ее увеличением сокращается продолжительность сбивания сливок и повышается жирность пахты. Это связано с тем, что с увеличением жирности

сливок в них одновременно увеличивается количество мелких жировых шариков в единице объема, которые переходят в пахту. С увеличением массовой доли жира в сливках одновременно возрастает вязкость, причем особенно резко на стадии образования структурированной агрегатной пены. Иногда вязкость сливок может увеличиваться до такой степени, что они прилипают к стенкам барабана маслоизготовителя и вращаются вместе с ним. При этом перемешивание сливок прекращается и, как следствие, масляное зерно не образуется. Во избежание этого массовую долю жира ограничивают (например, для маслоизготовителей периодического действия не более 37 %).

После окончания сбивания пахту сливают из барабана маслоизготовителя. Затем масло обрабатывают и регулируют в нем массовую долю влаги.

Продолжительность обработки летом при мягком жире 15...25 мин, зимой при твердом жире 25...30 мин. После того как влага перестанет выделяться, отбирают пробу масла для определения в нем массовой доли влаги. При производстве соленого масла добавляют соль. Готовое масло выгружают вручную и моют маслоизготовитель.

*Маслоизготовитель периодического действия с коническим барабаном* (рис. 131,б) имеет барабан в форме двух конусов, сваренных по основанию. На вершине одного из конусов смонтирован люк для выгрузки масла.

Внутри барабана наклонно приварена лопасть для сбивания сливок и обработки масла. Внутренняя поверхность барабана шероховатая, что предотвращает прилипание масла. Барабан получает вращение от двухскоростного электродвигателя через клиноременную передачу. Для охлаждения барабана маслоизготовителя предусмотрено орошающее устройство в виде душа с вентилем, соединенным с трубопроводами горячей и холодной воды.

Сливки, предназначенные для сбивания, заливают в маслоизготовитель на 40...50 %. Закрывают люк и опускают ограждение в крайнее положение. Устанавливают продолжительность сбивания сливок, на пульте управления включают электродвигатель привода на требуемую скорость. При выработке масла воздух периодически выпускают из остановленного барабана через кран. По истечении установленного времени сбивания готовое масло выгружают в тележку.

*Маслоизготовитель непрерывного действия* (рис.132) состоит из последовательно соединенных устройств для сбивания сливок в масляное зерно (сбиватели, подсбиватели) и текстуратора для обработки масляного зерна в пласт. Сбиватели бывают с цилиндром для сбивания, в котором завершается образование масляного зерна, или с цилиндром для сбивания и разделительным цилиндром, в котором завершаются сбивание и отделение масляного зерна от пахты.

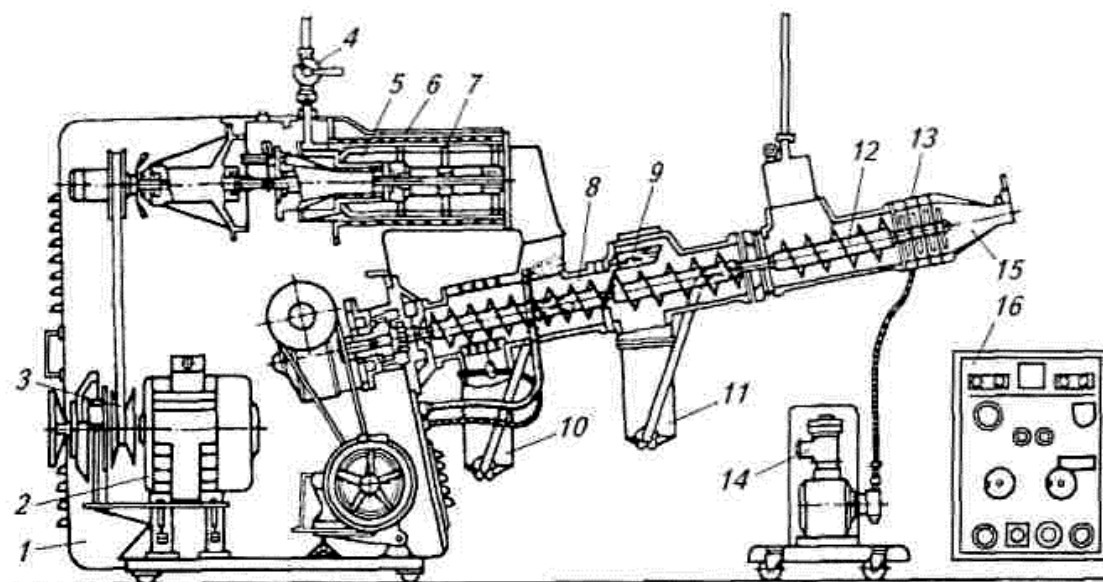


Рис. 132. Маслоизготовитель непрерывного действия: 1 — станина; 2 — электродвигатель; 3 — вариатор скорости; 4 — кран; 5 — сбиватель; 6 — теп-лообменная рубашка; 7 — мешалка; 8 — текстуратор; 9 — камера промывания масляного зерна; 10, 11 — отстойники соответственно пахты и промывочной воды; 12 — камера обработки масляного зерна под вакуумом; 13 — перфорированные матрицы с лопастями; 14 — насос-дозатор; 15 — коническая насадка; 16 — пульт управления.

Обработка масляного зерна в текстураторе заключается в отжати избытка влаги, а иногда и выработке недостающего количества влаги. Текстураторы бывают с одной шнековой камерой или двумя, размещенными последовательно или параллельно. Каждая из этих камер может быть одно-, двух- и трехступенчатой.

В сбиватель сливки поступают через кран с торца или по касательной к стенке. При вводе с торца сливки, разбрызгиваемые вращающимся диском, равномерно поступают на лопасти мешалки. При вводе по касательной сливки направляются по трубе во вращающийся вместе с мешалкой конус. Равномерно распределяясь по конусу, сливки непрерывно под действием центробежной силы поступают на лопасти мешалки. Сбивание сливок происходит в условиях энергичного перемешивания. В результате сбивания образуются масляное зерно и пахта. После слива пахты масляное зерно промывают в камере промывки и направляют в камеру отпрессовки. В ней масляное зерно сначала продавливается шнеком через узкую щель в верхней части корпуса, а затем промывается водой, подаваемой форсунками.

Воду после промывки сливают через отстойник. Из камеры промывки масляное зерно поступает в камеру обработки под вакуумом, откуда готовый продукт выгружают и направляют на хранение.

Конструкция маслоизготовителя непрерывного действия, рассмотренная выше, является типовой для большинства выпускаемых моделей.

*Технологическая линия* (рис.133) предназначена для выработки сливочного масла непрерывным сбиванием. *Поступившие сливки после сортирования и*

взвешивания подаются насосом в резервуары для хранения, а затем в приемный бачок пластинчатой пастеризационно-охладительной установки, где они предварительно нагреваются до 30...40 °С в пластинчатом аппарате, затем обрабатываются в вакуум-дезодорационной установке и регенераторе для пастеризации при температуре 115°С. Окончательно сливки пастеризуются в трубчатом пастеризаторе. Далее пастеризованные сливки поступают в трубчатый регенератор, секцию охлаждения пластинчатой установки и при температуре 4...6 °С направляются на созревание в сливокосозревательные аппараты. Созревшие сливки винтовым насосом подаются в подсбиватель и далее в маслоизготовитель.

Полученная пахта поступает сначала в пластинчатый аппарат для охлаждения и затем в резервуар для кратковременного хранения. Готовое масло фасуют, упаковывают в коробки и направляют в холодильные камеры.

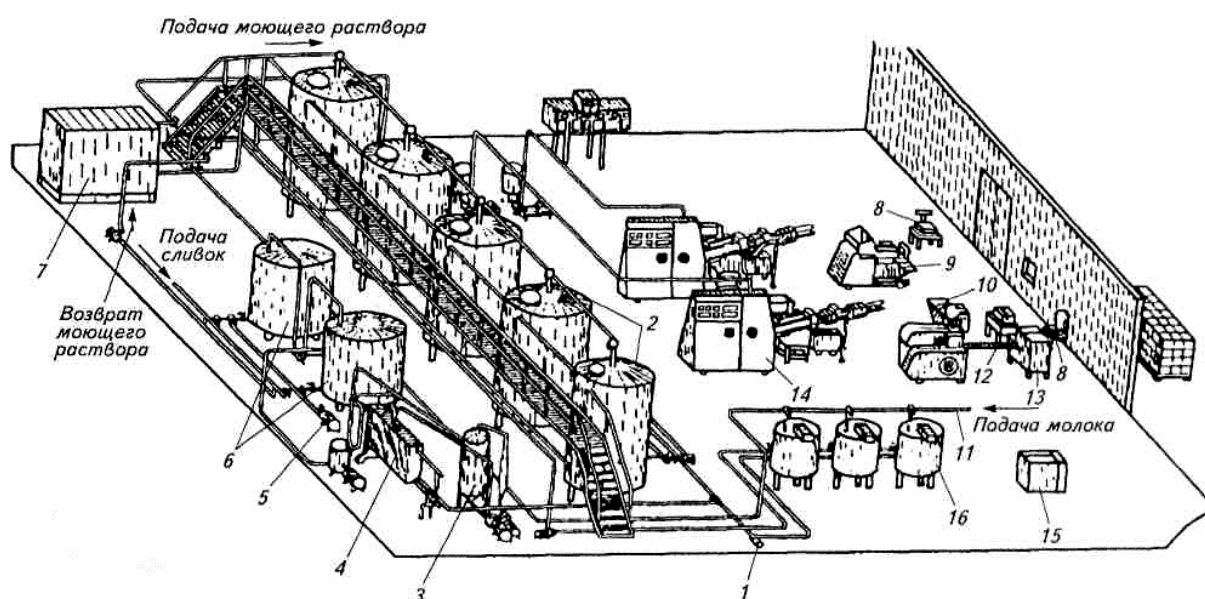


Рис. 133. Схема технологической линии производства сливочного масла непрерывным сбиванием: 1—ротационный насос; 2—сливокосозревательные аппараты; 3 — вакуум-дезодорационная установка; 4— пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 5 —насос; 6 — резервуары; 7 — установка для мойки резервуаров; 8— весы; 9 — машина для фасования масла в транспортную тару; 10 — автомат для фасования масла в потребительскую тару; 11 — молокопровод; 12 — устройство для обандероливания ящиков с маслом; 13 — полуавтомат для упаковки в картонные ящики; 14— маслоизготовитель непрерывного действия; 15— заквасочник; 16— заквасочная установка.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЖИРНЫХ СЛИВОК

Для производства сливочного масла преобразованием высокожирных сливок применяют сепараторы, для высокожирных сливок - вакуум-дезодорационные установки, ванны для нормализации, маслообразователи непрерывного действия (цилиндрические и пластинчатые) и гомогенизатор-пластификатор.

Ванна для нормализации высокожирных сливок (рис. 133) представляет собой двухстенный цилиндрический вертикальный сосуд с наклонным дном, механической лопастной мешалкой и крышкой в виде усеченного конуса.

Рамная лопастная мешалка расположена перпендикулярно к наклонному дну ванны. Привод вала мешалки установлен в нижней части ванны на наклонном днище. Частота вращения мешалки  $0,57 \text{ с}^{-1}$ . Наклон лопастей рамной мешалки и наклонное расположение ее оси вращения обеспечивают интенсивное перемешивание продукта и равномерное распределение влаги по всей ванне в процессе нормализации.

Высокожирные сливки подают в приемный люк, расположенной в крышке, и по внутренней стенке они стекают на дно, постепенно заполняя ванну. После перемешивания отбирают пробу сливок и определяют в них массовую долю влаги, затем сливки нормализуют.

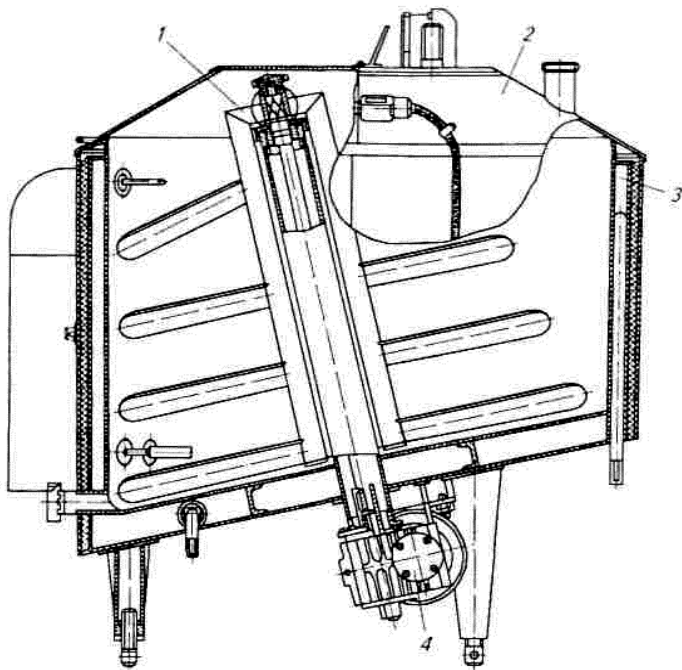


Рис. 133. Ванна для нормализации высокожирных сливок: 1— мешалка; 2— крышка; 3 — теплообменная рубашка; 4—привод мешалки

Цилиндрический маслообразователь (рис. 134) состоит из трех унифицированных секций. Секция включает цилиндр охлаждения с изоляцией, вытеснительный барабан, кожух, крышку и привод.

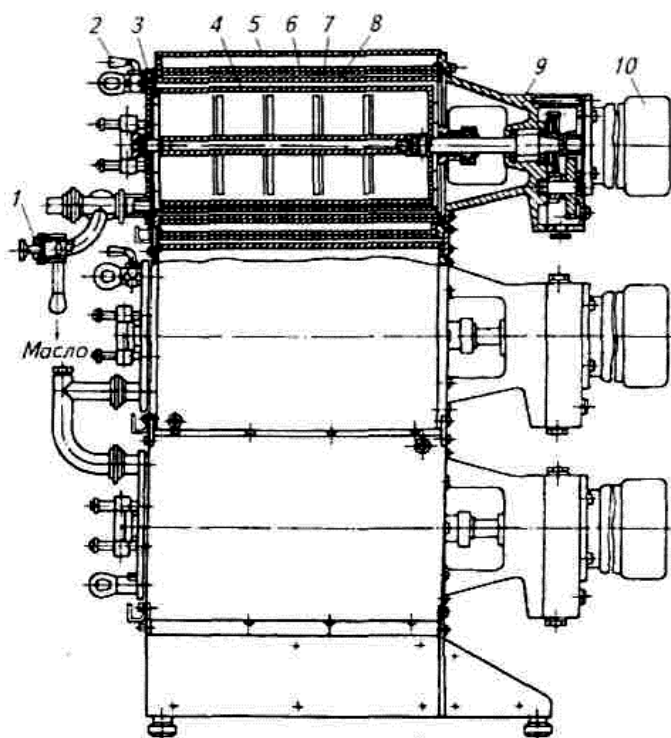


Рис. 134. Цилиндрический маслообразователь: 1 - выходной регулирующий кран; 2 - кран для удаления воздуха; 3 - крышка; 4 - вытеснительный барабан; 5 - кожух; 6 - наружная обечайка цилиндра; 7 - спираль; 8 - внутренняя обечайка цилиндра; 9 - редуктор; 10 - электродвигатель

Торцы внутреннего и наружного цилиндров сварены с фланцами. Наружный цилиндр с фланцами образует цилиндр охлаждения. Между цилиндрами проложена и закреплена спираль для направленного движения хладоносителя (рассола или ледяной воды). Хладоноситель движется вдоль и вокруг цилиндра, что обеспечивает эффективный теплообмен. Задней стенкой цилиндра служит торцевой диск редуктора, а передней — крышка.

На вытеснительном барабане установлено два скребка (ножа) из полиамида. Вытеснительный барабан вращается от привода, которым снабжена каждая секция маслообразователя. Сзади на торце вытеснительного барабана жестко укреплены перфорированные лопасти. Спереди на валу вытеснительного барабана установлен диск, снабженный со стороны крышки радиально расположенными лопастями, а со стороны переднего торца барабана — радиальными лопастями с отверстиями. Диск и радиальные лопасти при работе вращаются одновременно с барабаном. Для направленного движения охлажденного продукта в зону обработки в центральной части диска имеется шесть отверстий.

Крышка цилиндра представляет собой круглый диск с резьбовой направляющей втулкой в центре. В верхней части крышки нижней секции имеется патрубок для выхода, а в нижней части крышки средней секции — патрубок для входа высокожирных сливок во время их движения в цилиндре при образовании масла.

Высокожирные сливки температурой 60...70°C подаются сначала в нижний цилиндр маслообразователя, затем они последовательно проходят через средний и верхний цилиндры. В каждом цилиндре высокожирные сливки при вращении вытеснительного барабана подхватываются радиальными перфорированными лопастями, перемешиваются и отбрасываются к периферии, затем продвигаются в кольцевом зазоре между стенкой цилиндра и барабаном.

В процессе движения высокожирные сливки охлаждаются поступающим в рубашку хладоносителем, счищаются с теплообменной поверхности цилиндра ножами и интенсивно перемешиваются, проходя под ножами сквозь пазы и отверстия косозубых гребенок. Благодаря интенсивному перемешиванию сливок перфорированными лопастями и косозубыми гребенками улучшается теплообмен и повышается эффективность охлаждения продукта.

Далее охлажденный продукт подвергают механической обработке, при которой он проходит через вращающиеся перфорированные лопасти и шесть отверстий в диске с лопатками в полость, образованную этим диском. Диск вращается одновременно с барабаном. Интенсивная механическая обработка продукта достигается благодаря его направленному движению через отверстия диска и эффективному перемешиванию. Пройдя через три цилиндра аппарата, в результате тепловой и механической обработки высокожирные сливки преобразуются в масло, которое при температуре 14... 16 °C выходит через спускной кран верхнего цилиндра. Готовое масло фасуют в подготовленную тару.

*Пластинчатый маслообразователь* (рис. 135, а) состоит из станины с электродвигателем, охладителя, маслообработника и системы трубопроводов.



Маслообразователь (рис. 135., б) представляет собой цилиндр, в котором неподвижно закреплен отражатель с текстурационной решеткой, а на валу закреплена трехлопастная мешалка для механической обработки продукта. В верхней части маслообразователя установлен кран для спуска воздуха, а в нижней — для спуска моющего раствора после санитарной обработки маслообразователя.

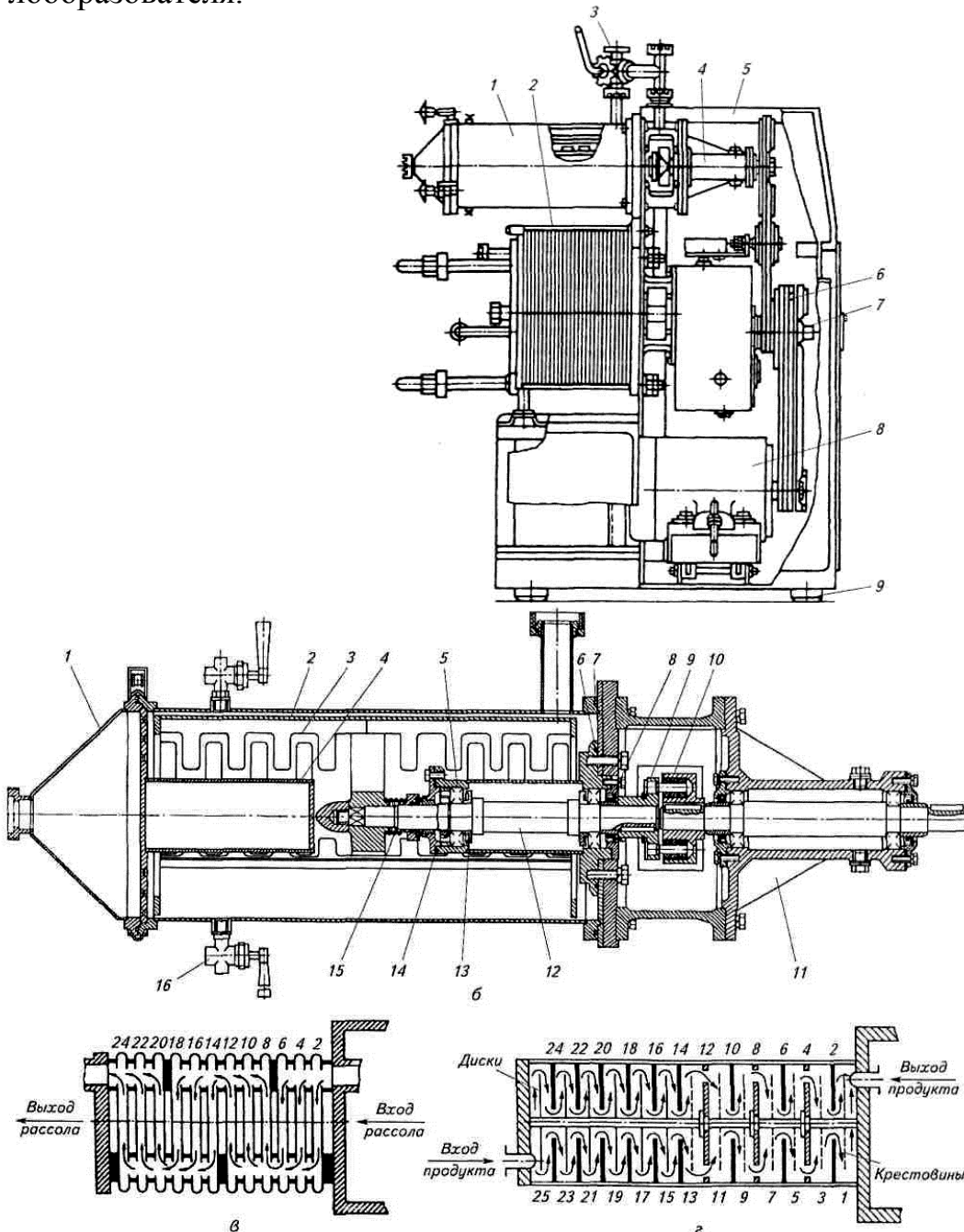


Рис. 135. Пластинчатый маслообразователь: **а** - общий вид: 1 - маслообразователь; 2 - охладитель; 3- трехходовой кран; 4 - вал маслообразователя; 5 - станина; 6 - шкив; 7 - вал редуктора; 8 - электродвигатель; 9 - опора; **б** - маслообразователь: 1 - конус маслообразователя; 2 - цилиндр; 3 - мешалка; 4 - отражатель; 5 - подшипник; 6, 7, 13 - кольца; 8 - манжета; 9, 10 - полумуфты; 11 — крышка; 12 — вал; 14 — уплотнение; 15 — пружина; 16 — пробно-спускной кран; **в** — схема движения хладоносителя в охладителе маслообразователя: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 — см. рис. 135, г; 26, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 24 — продуктовые

пластины с отверстием по центру; 4, 8, 12— продуктовые пластины; 2— схема движения продукта в охладителе маслообразователя: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 — крестовины; 2, 6, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 24— охлаждающие пластины; 4, 8, 12 — пластины с отверстиями по периферии и втулкой по центру; 15, 17, 19, 21, 23, 25 — диски.

*Охладитель* представляет собой пакет сжатых пластин в комплекте с ножами, надетыми на приводной вал редуктора. Уплотнение пластин между собой обеспечивается резиновыми кольцами, сжатие пакета пластин — с помощью нажимной плиты специальными гайками.

Хладоноситель по каналам, образованным втулками пластин для продукта, поступает во внутреннюю полость охлаждающих пластин, омывает торцевые стенки изнутри и через такие же каналы выводится из них. Движение хладоносителя происходит параллельным потоком по группам пластин, как показано на рис. 135,е.

Движение продукта в маслообразователе показано на рис. 135,г. В охладитель продукт поступает в полость, образуемую продуктовой пластиной, через центральное отверстие охлаждающей пластины. Далее, по щели, образуемой охлаждающей пластиной и вращающимся диском, продукт попадает к периферии диска. Затем продукт огибает диск и движется в зазоре между диском и стенкой следующей охлаждающей пластины от периферии диска к центру. После этого продукт направляется в следующую секцию через центральное отверстие охлаждающей пластины.

В зоне температур, где вязкость продукта повышается, для уменьшения гидравлического сопротивления предусмотрено движение продукта в зазоре между каждой парой охлаждающих пластин в одном направлении: либо от центра к периферии, либо от периферии к центру. Для этого установлены охлаждающие пластины со сквозными отверстиями, расположенными по окружности в зоне, прилегающей к продуктовой пластине. Зазоры в центре охладителя уплотнены втулками, которые прижимаются к пластине гидравлическим давлением.

В центре охладителя вместо дисков на валу установлены лопастные турбулизаторы (крестовины) со скребковыми ножами. Ножи, вращаясь, перемешивают продукт и счищают его с торцевых поверхностей охлаждающих пластин, чем интенсифицируется теплообмен.

Высокожирные сливки винтовым насосом подаются в охладитель маслообразователя, где они охлаждаются от 75 до 11... 14°C, а затем в маслообработчик для механической обработки. В результате механической обработки и выделения скрытой теплоты кристаллизации в маслообработчике температура продукта повышается до 15...18 °С.

Интенсивность механической обработки и температура — главные факторы получения масла с требуемой консистенцией и термоустойчивостью. При понижении температуры интенсивная механическая обработка продукта более продолжительная. При повышении температуры на выходе из охладителя продолжительность механического воздействия сокращается.

*Гомогенизатор-пластификатор* (рис. 136) служит для придания продукту однородной структуры и равномерного распределения влаги в сливочном масле.

Основные части гомогенизатора-пластификатора — два вращающихся навстречу друг другу шнека и ротор. Шнеки и ротор установлены в корпусе.

Сверху корпуса укреплен бункер. На левой стенке корпуса расположен пульт управления, спереди — гнездо для выключателя. Для передачи движения на ротор и шнеки в гомогенизаторе установлено два электродвигателя мощностью 15 и 3 кВт.

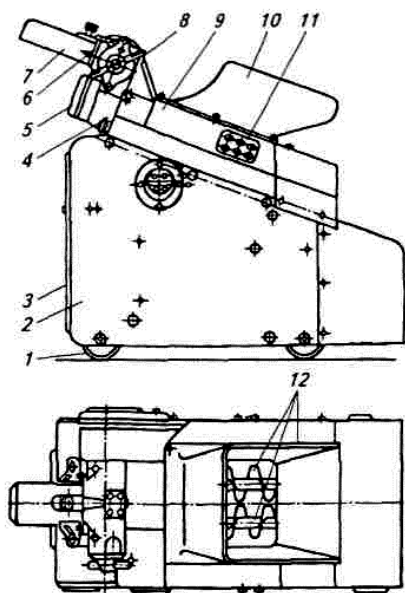


Рис. 136. Гомогенизатор-пластификатор:

1 — колесо; 2 — станина; 3 — корпус; 4, 5 — гнезда; 6 — крепление насадки; 7 — насадка; 8 — замок; 9 — шнековая камера; 10 — бункер; 11 — пульт управления; 12 — шнеки

В начале работы запускают электродвигатель мощностью 15 кВт. Через 2...3 с включают двигатель мощностью 3 кВт, а затем примерно через 1,5...2,5 с автоматически включается электромагнитная муфта.

Масло подают в бункер, откуда двумя шнеками, вращающимися в противоположные стороны с частотой  $0,2...0,37 \text{ с}^{-1}$ , оно продавливается через вращающийся ротор и кран с диафрагмой. При этом влага равномерно распределяется в масле, которое поступает в фасонный автомат.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

### Оборудование для производства творога и творожных продуктов

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

##### 1. Плакаты

#### Цель и задачи работы:

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для производства творога и творожных продуктов.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить МАС линии производства творога отдельным способом.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для получения и обработки творожного сгустка.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для охлаждения творога.
4. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе смесителей.
5. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе измельчителей (вальцовки).

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Бредихин С.А., Космодьямянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.:Колос, 2001. – 400с.:ил.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА

**Творог** - белковый кисломолочный продукт, изготавливаемый сквашиванием культурами молочнокислых бактерий с применением или без применения свертывающего фермента и хлорида кальция пастеризованного нормализованного цельного или обезжиренного молока (допускается смешивание с пахтой) с последующим удалением из сгустка части сыворотки и отпрессовыванием белковой массы.

В зависимости от массовой доли жира творог подразделяют на три вида: жирный, полужирный и нежирный.

В качестве сырья используют доброкачественное свежее молоко цельное и обезжиренное кислотностью не выше 20 °Т. По жиру молоко нормализуют с учетом содержания в нем белка (по белковому титру), что дает более точные результаты.

К творожным изделиям относятся различные творожные массы и сырки, торты, кремы и т.д.

Существуют два способа производства творога: традиционный (обычный) и раздельный. Раздельный способ производства творога позволяет ускорить процесс отделения сыворотки и значительно снизить при этом потери.

Сущность раздельного способа заключается в том, что молоко, предназначенное для выработки творога, предварительно сепарируют. Из полученного обезжиренного молока вырабатывают нежирный творог, к которому затем добавляют необходимое количество сливок, повышающих жирность творога до 9 или 18 %.

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: кислотный и сычужно-кислотный.

Первый основывается только на кислотной коагуляции белков путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями с последующим нагреванием сгустка для удаления излишней сыворотки. Таким способом изготавливается творог нежирный и пониженной жирности, так как при нагревании сгустка происходят значительные потери жира в сыворотку. Кроме того, этот способ обеспечивает выработку нежирного творога более нежной консистенции. Пространственная структура сгустков кислотной коагуляции белков - менее прочная, формируется слабыми связями между мелкими частицами казеина и хуже выделяет сыворотку, поэтому для интенсификации отделения сыворотки требуется подогрев сгустка.

При сычужно-кислотном способе свертывания молока сгусток формируется комбинированным воздействием сычужного фермента и молочной кислоты. Сычужно-кислотным способом изготавливают жирный и полужирный творог, при котором уменьшается отход жира в сыворотку. При кислотном свертывании кальциевые соли отходят в сыворотку, а при сычужно-кислотном - сохраняются в сгустке. Это необходимо учитывать при производстве творога для детей, которым необходим кальций для костеобразования.

На рис. 137 представлена машино-аппаратурная схема (МАС) линии производства творога раздельным способом.

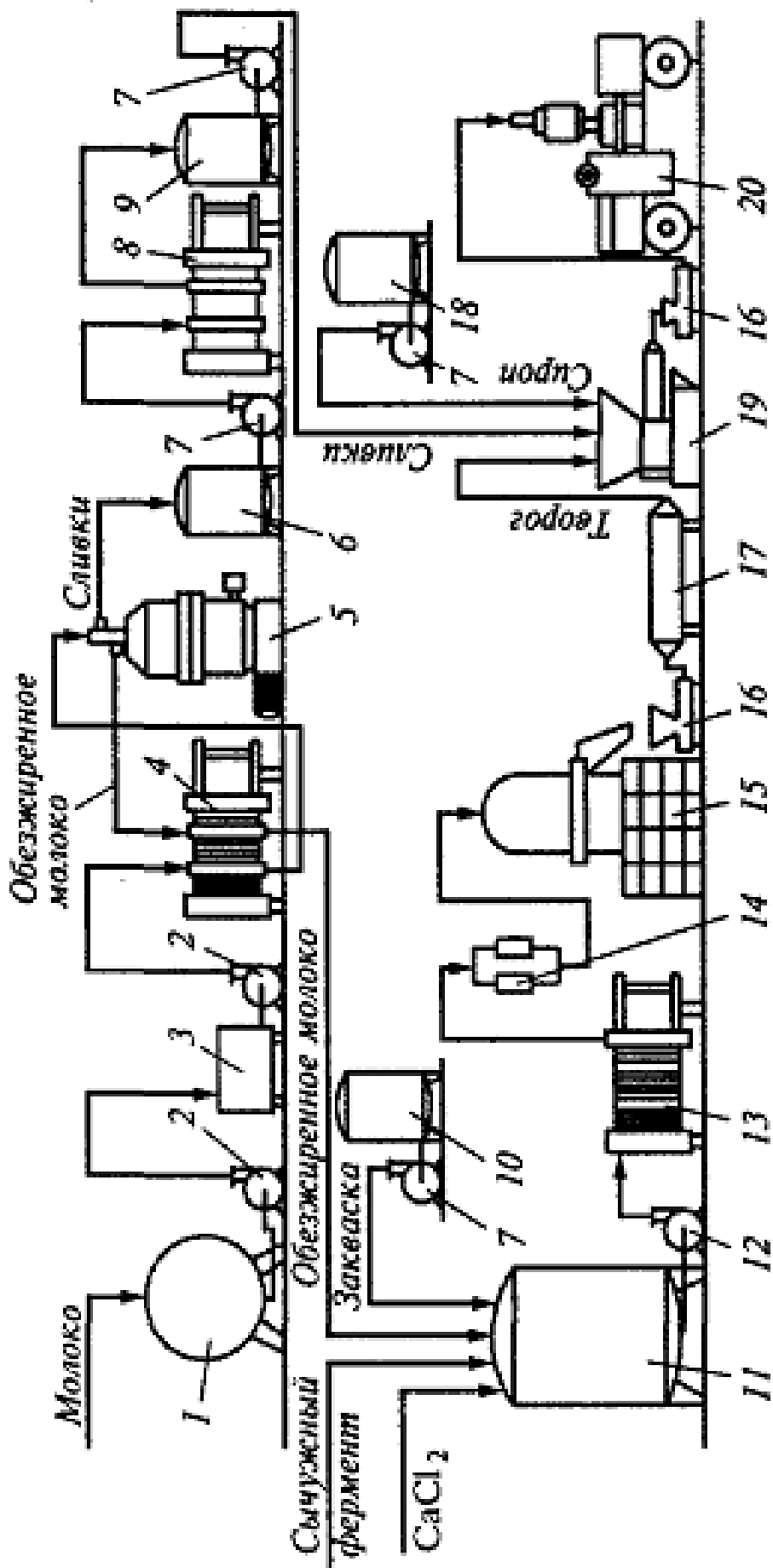


Рис. 137 - МАС-линии производства творога с использованием сепаратора-творогоотделителя

При этом способе производства молоко, предназначенное для выработки творога, из емкости 1 насосом 2 подается в уравнительный бачок 3, а из него - насосом 2 в секцию рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки 4 для подогревания до 40...45 °С.

Подогретое молоко поступает в сепаратор-сливкоотделитель 5, в котором разделяется на обезжиренное молоко и сливки с массовой долей жира не менее 50...55 %. Полученные сливки подают сначала в промежуточную емкость 6, а затем насосом 7 в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку 8, где они пастеризуются при температуре 85...90 °С с выдержкой 15...20 с, охлаждаются до 2...4 °С и направляются в двустенную емкость 9 на временное хранение до смешения с творогом.

Обезжиренное молоко из сепаратора поступает в пластинчатую пастеризационно-охладительную установку 4, где сначала пастеризуется при температуре 78 °С с выдержкой 15...20 с, а затем охлаждается до 30...34 °С и направляется в резервуар 11 для сквашивания, снабженный специальной мешалкой.

Закваска, приготовленная в заквасочнике 10, насосом 7 подается в резервуар 11 для заквашивания. Сюда же подают хлорид кальция и фермент, смесь тщательно перемешивают и оставляют для сквашивания до кислотности сгустка 90...116 °Т, а если используется ускоренный способ сквашивания молока, то до 85...90 °Т. При сепарировании сгустка с меньшей кислотностью сопла сепаратора могут засориться.

Полученный сгусток тщательно перемешивается и насосом 12 подается в пластинчатый теплообменник 13, где сначала подогревается до 60...62 °С для лучшего отделения сыворотки, а затем охлаждается до 25...32 °С, благодаря чему он лучше разделяется на белковую часть и сыворотку. Из теплообменника 13 сгусток через сетчатый фильтр 14 под давлением подается в сепаратор-творогоизготовитель 15, где разделяется на сыворотку и творог.

При выработке жирного творога обезвоживание сепарированием проводят до массовой доли влаги в сгустке 75... 76 %, а при выработке полужирного творога - до массовой доли влаги 78...79 %. Полученный обезжиренный творог подают специальным насосом 16 сначала на охладитель 17 для охлаждения до 8 °С, затем растирают на вальцовке до получения гомогенной консистенции. Охлажденный творог направляют в месильную машину 19, куда дозирующим насосом 7 подаются пастеризованные охлажденные сливки из емкости 18 и все тщательно перемешивается. Готовый творог фасуют на машинах 20 и направляют в камеру для хранения.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ТВОРОЖНОГО СГУСТКА

Для получения и обработки творожного сгустка применяют оборудование непрерывного (коагуляторы) и периодического действия (творожные ванны и творогоизготовители, а также сыродельные ванны), сепараторы-творогоизготовители, центрифуги и мембранное оборудование.

Коагуляторы, предназначенные для подогрева молока при его сквашивании, бывают емкостные, змеевиковые и трубчатые.

*Емкостный коагулятор* представляет собой цилиндрический резервуар с коническим днищем, в который заливают сквашенное до кислотности 47...48 °Т молоко и смешивают его с сывороткой кислотностью 180...220 Т. Образующийся в коагуляторе творожный сгусток сливают в ванну для самопрессования, где он обезвоживается.

*Змеевиковый коагулятор* — это труба из нержавеющей стали, свитая в змеевик. Творожный сгусток образуется в потоке.

*Трубчатый коагулятор* (рис. 138, а) представляет собой многотрубный одноходовой теплообменник, разделенный на два отделения: одно для стабилизации потока, другое для нагревания молока. Корпус коагулятора (рис. 138,б) состоит из девяти сварных секций, расположенных одна над другой. Каждая секция включает восемь плоских труб. Рубашки секций отделены одна от другой герметичными перегородками. Каждая секция имеет соединенные коллектором патрубки для входа и выхода воды. Вдоль рубашки установлены перегородки, исключающие прогиб труб и позволяющие организовать движение горячей воды в межтрубном пространстве (рис. 138,в).

Молоко по мере продвижения по трубам коагулятора нагревается горячей водой, подаваемой в рубашку. В результате нагревания казеин молока коагулирует, образуя сгусток, и из коагулятора поступает на обезвоживание в барабанный обезвоживатель.

Творожные ванны разной вместимости применяют для сквашивания и заквашивания молока. В ваннах не только сквашивают молоко, но и специальными инструментами (лирами с вертикальными и горизонтальными ножами с проволочными лезвиями) обрабатывают (разрезают) сгусток.

Ванны изготавливают в двух исполнениях: с плоским и круглым дном. Плоское дно позволяет увеличить площадь поверхности теплообмена и улучшить нагрев продукта. В процессе эксплуатации ванны с плоским дном удобно применять ручные лиры для резки творожного сгустка. Творожные ванны комплектуются ваннами самопрессования и/или пресс-тележками.



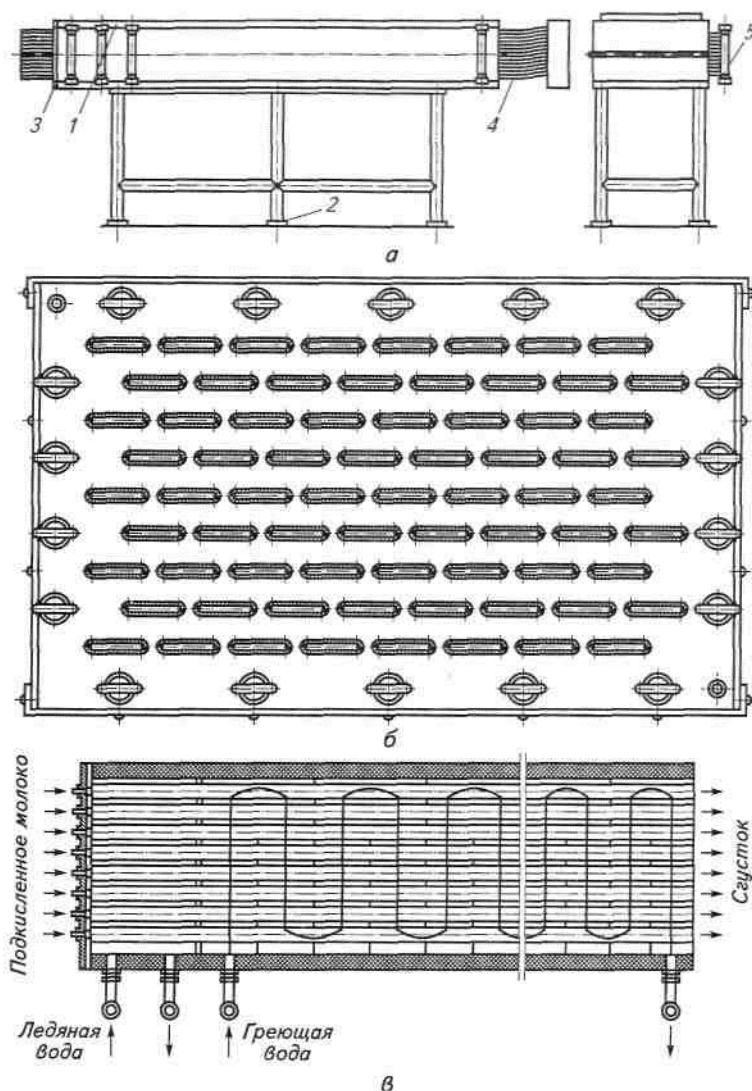


Рис. 138 - **Трубчатый коагулятор:** а - общий вид: 1 — корпус; 2— станина; 3— передняя крышка; 4— задняя крышка; 5 — коллектор; б — расположение каналов в коагуляторе; в — схема движения греющей воды в рубашке коагулятора

*Творожная ванна* (рис. 139, а) вместимостью 2,5 м<sup>3</sup> состоит из рабочего корпуса полуцилиндрической формы, теплообменной рубашки с патрубками для горячей и холодной воды, шиберного крана для выпуска продукта и четырех опор для установки на полу цеха. После заполнения ванны молоком его заквашивают. Температуру подогрева и температуру заквашивания молока в ванне поддерживают горячей водой, циркулирующей в теплообменной рубашке. По окончании сквашивания горячую воду сливают из рубашки и подают в нее холодную для охлаждения сгустка. Опорожняют ванну через шиберный кран. При спуске сыворотки на шиберный кран надевают сетку с фильтровальным материалом. Через этот же кран творожный сгусток сливают в мешочки для последующего самопрессования и прессования.

*Ванну самопрессования* (рис. 139, б) устанавливают под шиберным краном творожной ванны. Мешочки, заполненные творожным сгустком, укладывают

рядами в ванну самопрессования на решетки. Сыворокка отходит под действием собственного веса продукта в мешочках.

*Пресс-ванна* (рис. 139, в) состоит из внешней ванны и тележки с винтовым зажимом, внутренней перфорированной ванны с нажимными плитой и рамой. Путем вращения маховика приводится в действие решетка, которая нажимает на мешочки со сгустком, в результате чего сыворокка отделяется и стекает во внешнюю ванну.

Использование ванн для сквашивания молока сопряжено со значительными затратами ручного труда. Кроме того, требуются большие производственные площади. В настоящее время в молочной промышленности получили распространение творогоизготовители различной конструкции.

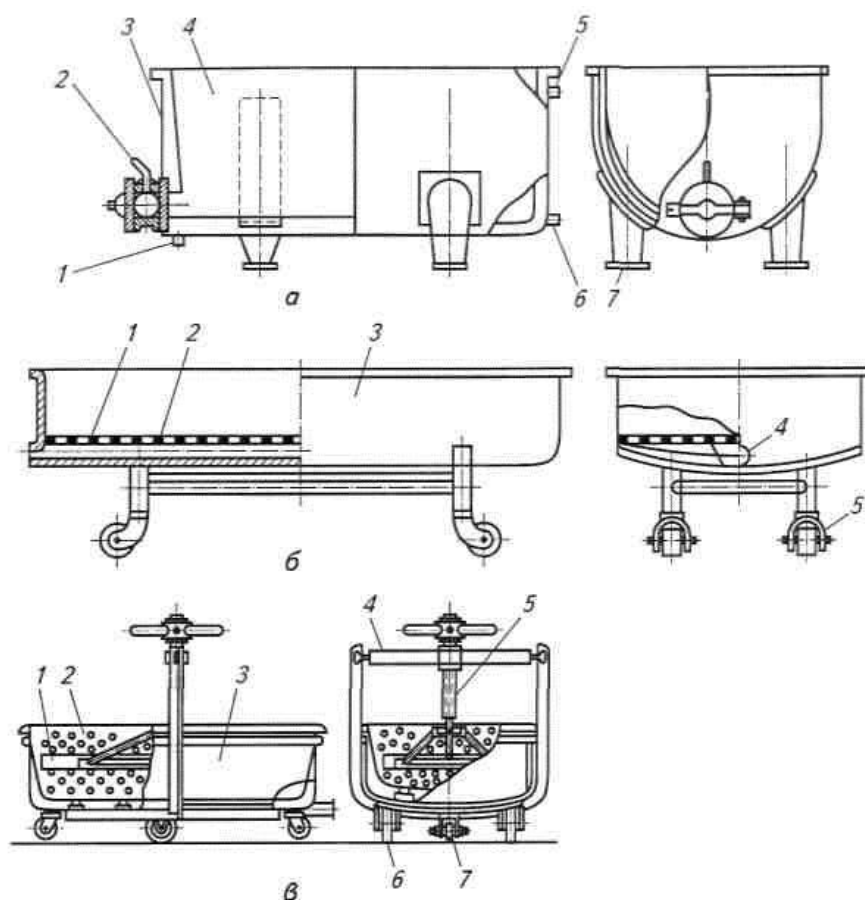


Рис. 139 - Творожные ванны: а — ванна вместимостью 2,5 м<sup>3</sup>: 1, 5, 6 —сливной, переливной и заливной патрубки; 2—шиберный кран; 3 — рубашка; 4 — ванна; 7—опора; б—ванна самопрессования: 1 — решетка; 2 — тележка; 3 — ванна; 4—сливной патрубок; 5 —колесо; в —пресс-ванна: 1 — нажимная плита-решетка; 2— ванна внутренняя; 3— ванна внешняя; 4— перекладина; 5 —винт; 6, 7—колеса

Творогоизготовители — это аппараты периодического и непрерывного действия, в которых последовательно выполняется несколько операций.

Творогоизготовитель с прессующими ваннами (рис. 140) состоит из двух полуцилиндрических ванн, с торцевых сторон которых смонтированы стойки. На них горизонтально закреплена траверса с установленным на ней гидроцилиндром. К штоку гидроцилиндра прикреплена с помощью плиты перфорированная полуцилиндрическая прессующая ванна, которая в верхнем положении удерживается поворотными упорами.

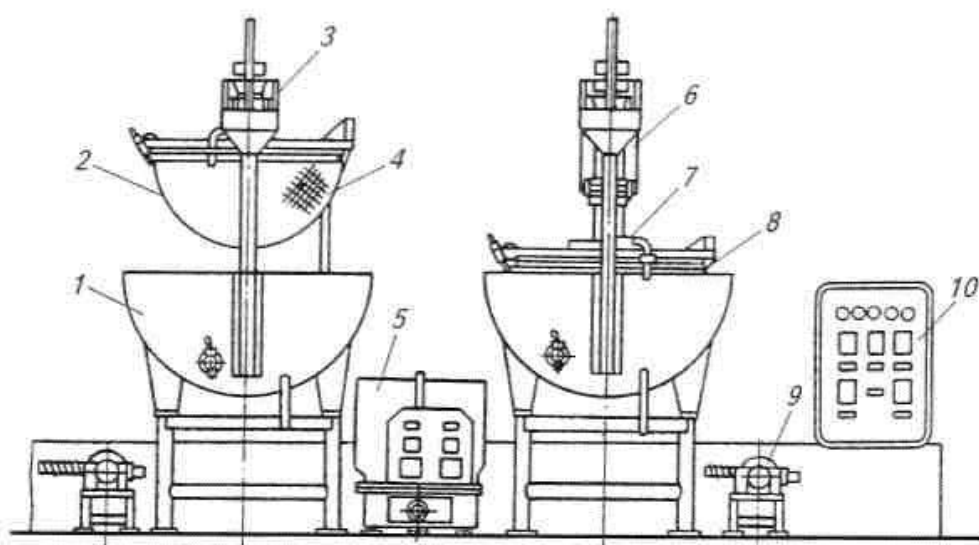


Рис. 140 - Творогоизготовитель с прессующими ваннами: 1 — нижняя ванна для сквашивания молока; 2 — прессующая перфорированная ванна; 3 - траверса; 4 — стойка; 5 — гидропривод; 6 — гидроцилиндр; 7—плита; 8 — поворотный упор; 9 —насос для откачивания сыворотки; 10 — пульт управления

При работе творогоизготовителя образовавшийся в нижней ванне сгусток разрезают сначала вдоль ванны, а затем поперек. Через 30...40 мин в ванну устанавливают отборник сыворотки. После того как сыворотка будет слита, на прессующую ванну надевают фильтровальную ткань и включают гидропривод.

Прессующая ванна начинает опускаться в ванну с творожным сгустком. По мере опускания прессующей ванны сыворотка проходит через фильтровальную ткань и поступает во внутреннее пространство ванны, откуда откачивается насосом. После завершения прессования прессующую ванну поднимают в исходное положение, под люк подкатывают тележку, люк открывают, творог выгружают в тележку и направляют к охладителю.

Творогоизготовитель закрытого типа (рис. 141) представляет собой горизонтальный цилиндрический резервуар с теплоизоляцией рабочей вместимостью 6,3 и 10 м<sup>3</sup>.

После заполнения творогоизготовителя молоком в нем выполняются последовательно следующие операции: подогрев молока до температуры сква-

шивания, внесение закваски и остальных компонентов, перемешивание, сквашивание молока; разрезание творожного сгустка, подогрев и охлаждение сгустка, отбор сыворотки, слив сгустка с сывороткой и санитарная мойка.

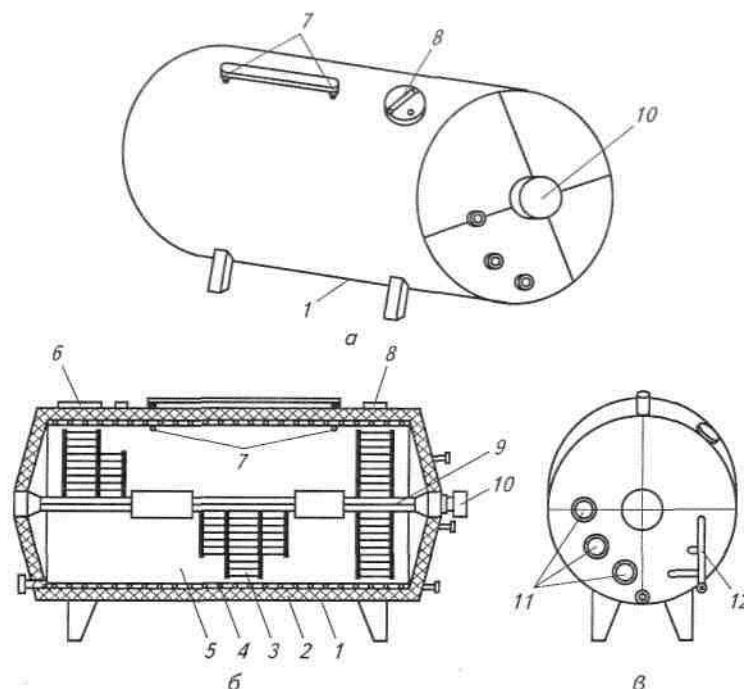


Рис. 141 -

**Творогоизготовитель закрытого типа:** а, в - общий вид; б— схема; 1 — корпус резервуара; 2 — теплоизоляция; 3 — режуще-вымешивающий инструмент; 4— змеевик; 5— внутренняя емкость; 6, 8 —люка; 7— моющие головки; 9 — горизонтальный вал; 10 — привод; 11 —смотровые стекла; 12 — узел отбора сыворотки

Для тепловой обработки молока при сквашивании в змеевик, приваренный к внешней цилиндрической поверхности внутренней емкости, подают тепло или хладоноситель. Внутри емкости на горизонтальном валу установлено режуще-вымешивающее устройство. В качестве привода используется мотор-редуктор с плавным регулированием частоты вращения в диапазоне от 0 до  $4,6 \text{ мин}^{-1}$ .

На лицевом днище установлено три смотровых окна и три датчика температуры для контроля температуры сгустка, сыворотки и уровня опорожнения резервуара. Циркуляционную мойку внутренней поверхности творогоизготовителя обеспечивают установленные в верхней части аппарата две моющие головки.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

### Оборудование для охлаждения, смешивания и измельчения творога и творожных продуктов

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

##### 1. Плакаты

#### Цель и задачи работы:

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для производства творога и творожных продуктов.

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для охлаждения творога.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе смесителей.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе измельчителей (вальцовки).

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Бредихин С.А., Космодьямянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.:Колос, 2001. – 400с.:ил.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТВОРОГА

Творог, выработанный как традиционным, так и раздельным способом, охлаждают до температуры не выше 8 °С. Оборудование для охлаждения творога включает установку для охлаждения и прессования творога в мешочках; открытые и закрытые; одно- и двухцилиндровые; барабанные и трубчатые охладители.

Установка для охлаждения и прессования творога в мешочках (рис. 142) представляет собой модифицированный ротационный пресс-охладитель системы Г. А. Митрофанова. Она состоит из рамы, на которой смонтирован трубчатый барабан для прессования и охлаждения творога в мешочках. В барабане имеется загрузочное отверстие с запирающимися на замок раздвижными дверцами. К раме снизу на специальной оси подвешена съемная ванна. Полюй приводной вал разделен заглушкой на две камеры. Из трубопровода через трубу хладоноситель (рассол, ледяная вода) поступает в левую камеру, затем, обойдя трубчатый барабан, — в правую и через трубу возвращается в трубопровод сети. Вал с укрепленным на нем барабаном приводится во вращение от привода. Барабан закрыт кожухом с двумя откидными крышками.

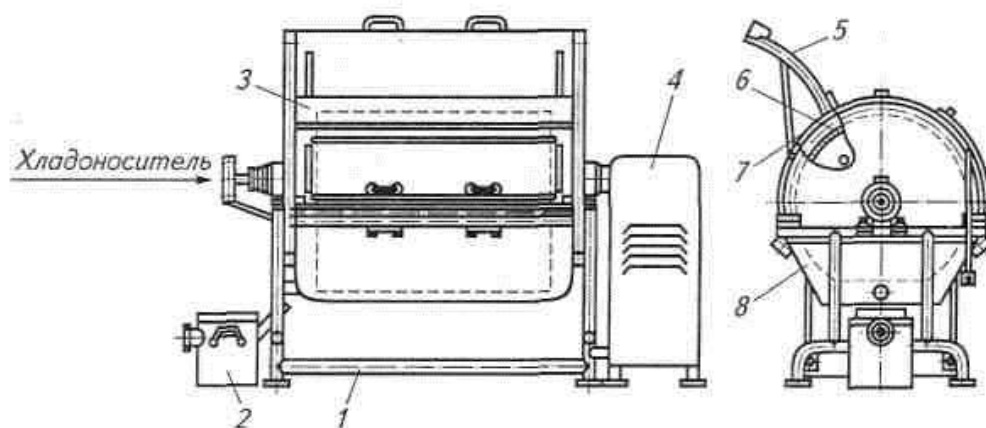


Рис. 142 - Установка для охлаждения и прессования творога в мешочках: 7 — рама; 2—отстойник; 3 — кожух; 4— привод; 5 — дверца; 6 — трубчатый барабан; 7— загрузочное окно; 8 — ванна

Мешочки со сгустком творога общей массой 400 кг загружают в барабан установки и включают электродвигатель. При вращении барабана (без циркуляции хладоносителя) происходит прессование сгустка в течение 1,5 ч. После прессования творог охлаждают, открыв вентили ввода и вывода хладоносителя. Продолжительность охлаждения 1,5 ч. Температура сгустка перед прессованием 25...30 °С, после прессования 25 °С, а после охлаждения (рассолом температурой —5 и —6 °С) 14 °С. Охлажденные мешочки с творогом выгружают.

Барабанный охладитель открытого типа (рис. 143) работает следующим образом. Творог распределительным валиком наносится тонким слоем на поверхность барабана, в котором циркулирует рассол температурой от —2 до —5 °С. Толщина слоя творога на барабане равна зазору между барабаном и валиком. Как правило, этот зазор должен составлять 3 мм.

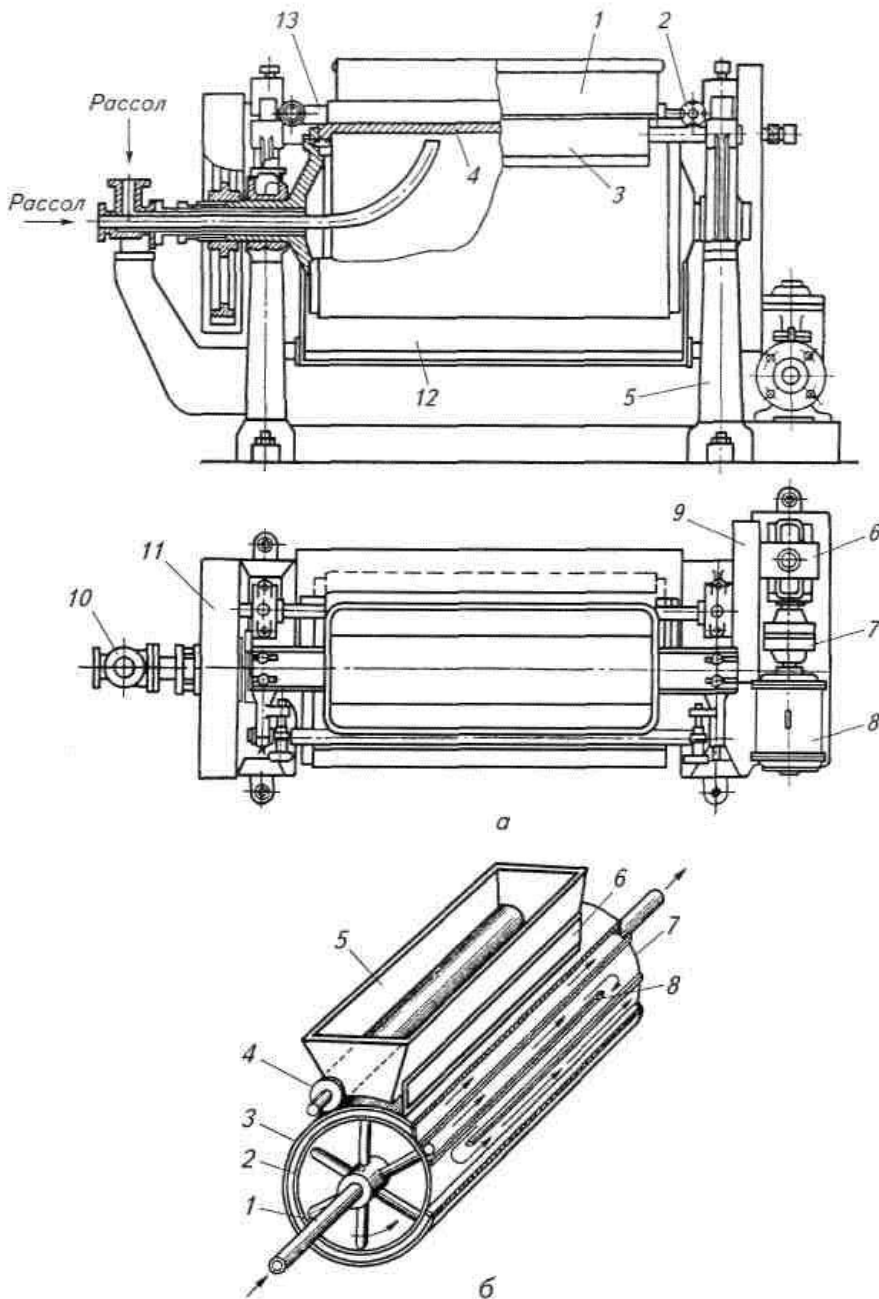


Рис. 143 - Барабанный охладитель открытого типа: а — общий вид: 1 — бункер; 2 — штурвал; 3 — нож для съема творога; 4 — барабан; 5 — опоры; 6 — редуктор; 7 — муфта; 8 — электродвигатель; 9, 11 — кожухи; 10 — патрубок для входа рассола; 12 — приемная ванна; 13 — распределительный валик; б — барабан: 1 — цапфы; 2 — вытеснитель; 3 — барабан; 4 — распределительный валик; 5 — бункер; 6 — нож; 7 — перегородка; 8 — ребра

Основной частью охладителя является цилиндрический барабан (рис. 143, б), в который вставлен вытеснитель. Кольцевой зазор между ними разделен перегородками на секции, которые, в свою очередь, ребрами делятся на каналы. Рассол, поступающий через полую цапфу со спицами, движется по каналам со значительной скоростью, так как разность площади сечений канала и рассольного трубопровода невелика. В результате этого достигается интенсивный теплообмен между поверхностью барабана и рассолом, и творог, находящийся на наружной стороне поверхности барабана, охлаждается на  $20^{\circ}\text{C}$  за неполный его оборот. Отопленный рассол через полую цапфу со спицами отводится в трубопровод.

Двухцилиндровый охладитель (рис. 144) закрытого типа состоит из двух закрытых цилиндров с общим бункером, смонтированных на станине. Внутри цилиндра размещены вращающиеся с частотой  $29,4 \text{ мин}^{-1}$  вытеснительные барабаны. В конусной и цилиндрической частях расположен шнек. Цилиндры и барабаны снабжены рубашками для хладоносителя в виде спиральных каналов. Хладоносителем служит ледяная вода, которую подают противотоком продукту.

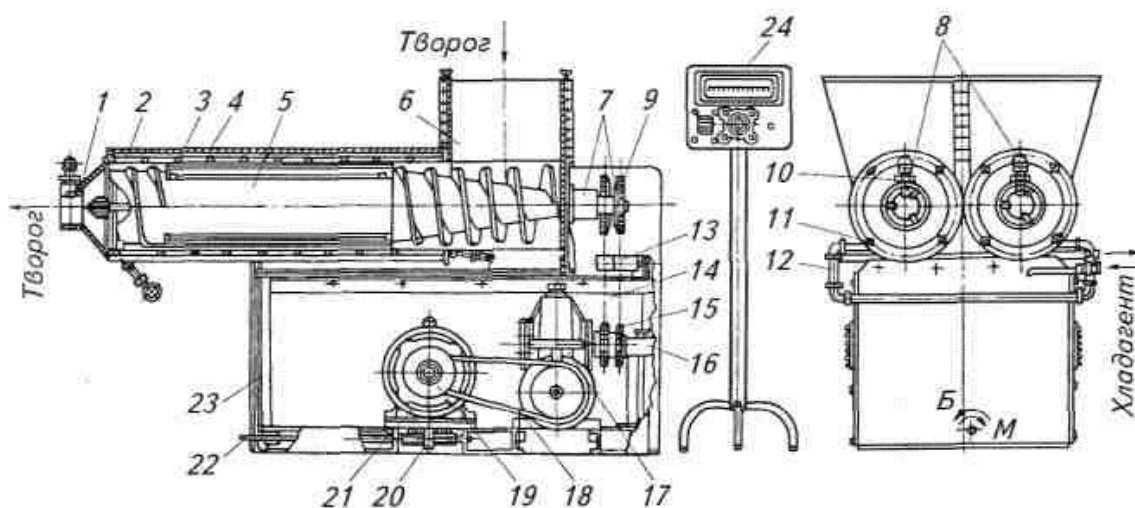


Рис. 144 - Двухцилиндровый охладитель: 1 — крышка; 2 — внутренний цилиндр; 3 — рубашка; 4 — кожух; 5 — вытеснительный барабан; 6 — полубункер; 7 — привод; 8 — цилиндры; 9 — звездочка; 10 — термометр сопротивления; 11 — зажим; 12 — коллектор для хладоносителя; 13 — натяжное устройство; 14 — цепь; 15 — звездочка редуктора; 16 — опора; 17 — редуктор; 18 — клиноременная передача; 19 — вариатор; 20 — механизм перемещения двигателя; 21 — электродвигатель; 22 — регулировочный винт; 23 — станина; 24 — пульт управления

Творог загружают в приемный бункер, из которого он захватывается конической частью барабана и подается в пространство между цилиндром и вытеснительным барабаном. Зазор между ними составляет 8 мм. Творог, перемещаясь вдоль цилиндра и вытеснительного барабана, охлаждается ледяной водой через стенки цилиндра и вытеснительного барабана.

### СМЕСИТЕЛИ И ИЗМЕЛЬЧИТЕЛИ

При производстве творога отдельным способом независимо от аппаратного оформления линии завершающей операцией является внесение в него сливок и смешивание их с обезжиренным творогом. Основное условие успешного проведения этой операции — точность дозирования и равномерное распределение сливок в твороге. Для выполнения этой операции применяют насосы и смесители с дозаторами. Смесители бывают с вертикальной и горизонтальной декой. Наибольшее распространение получили смесители с горизонтальной декой.



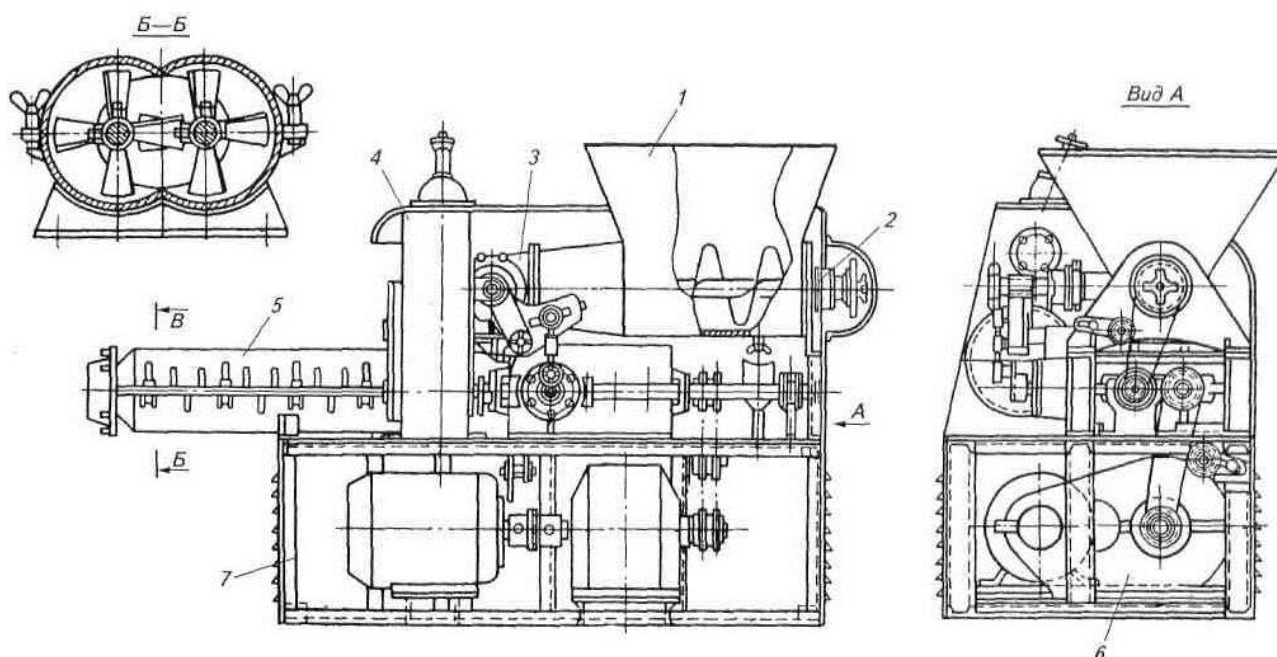


Рис. 145 - Смеситель с дозаторами обезжиренного творога и сливок: 1 - бункер; 2 - устройство для выемки шнека; 3 - дозатор творога; 4 - дозатор сливок; 5 - смеситель; 6 - привод; 7 - станина.

Смеситель с дозаторами обезжиренного творога и сливок (рис. 145) работает при постоянной дозе творога, но регулируемой дозе сливок в зависимости от массовой доли жира в сливках и требуемой массовой доли жира в готовом продукте. Для дозирования обезжиренного творога и сливок в смесителе установлены соответствующие дозаторы — дозатор для обезжиренного творога (рис. 5, а) и дозатор для сливок (рис. 146, б).

Смешивание обезжиренного творога и сливок происходит следующим образом. Обезжиренный творог из бункера подается в дозатор для творога и заполняет пространство между секторами. При движении оба сектора отсекают дозу творога, перемещая ее к выходному отверстию. Далее один сектор останавливается, а другой продолжает движение, выдавливая творог через решетку. В это время с обратной стороны секторов вновь образуется пространство, заполненное творогом.

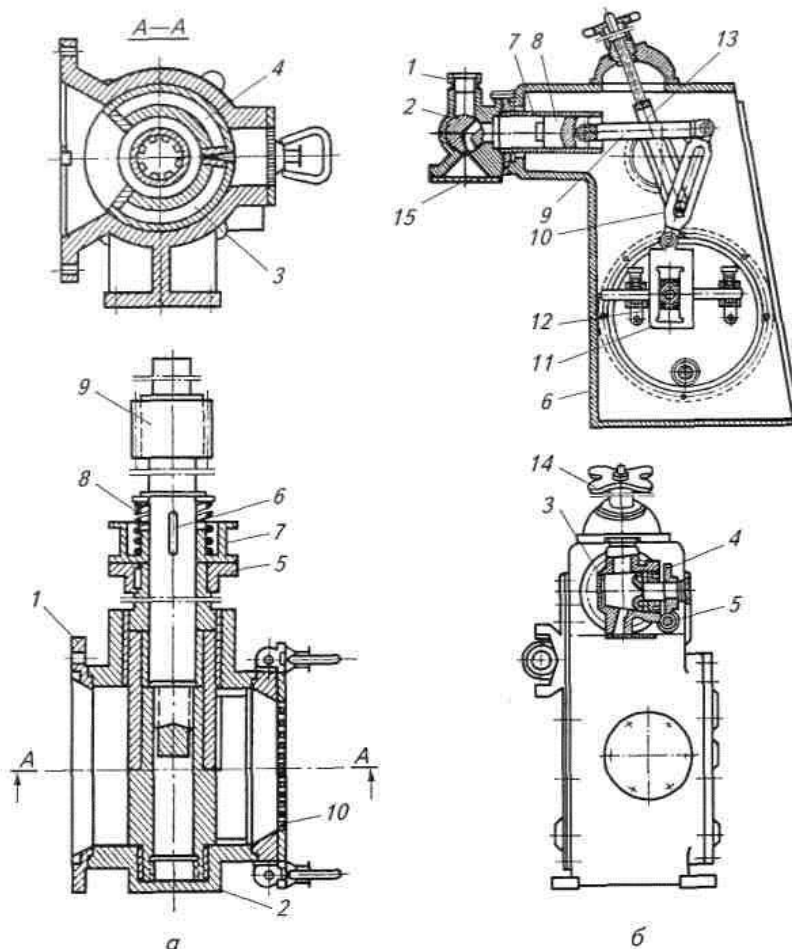


Рис. 146 - Дозаторы: *а* — обезжиренного творога: 1 — корпус; 2 — съемная крышка; 3, 4 — рабочие секторы; 5 — полумуфта; 6 — направляющая шпонка; 7 — муфта; 8 — пружина; 9 — шестерня; 10 — решетка; *б* — сливок: 1 — патрубок; 2 — корпус крышки; 3 — поворотный кран; 4 — шестерня; 5 — зубчатая рейка; 6 — корпус дозатора; 7 — цилиндр; 8 — поршень; 9 — тяга; 10 — пазовый рычаг; 11 — кулиса; 12 — ползун; 13 — резьбовая тяга; 14 — вороток; 15 — решетка

Проходя через решетку, творог принимает вид пучка непрерывных нитей. Когда поворотный кран дозатора для сливок закрывает отверстие, соединяющее полость цилиндра со смесителем, при ходе поршня вперед подается очередная доза сливок. Сливки, движущиеся через решетку, принимают вид струек и смачивают пучок непрерывных нитей творога. Этим обеспечиваются необходимые условия для последующего равномерного перемешивания их с творогом в смесителе. Затем смесь поступает к конусной насадке, где она перемешивается и выводится из смесителя. Дозирование сливок и творога и их смешивание осуществляются непрерывно.

*Дозатор-смеситель* (рис. 147) применяют в линиях производства творога раздельным способом для одновременной подачи обезжиренного творога и сливок и последующего перемешивания их в потоке.

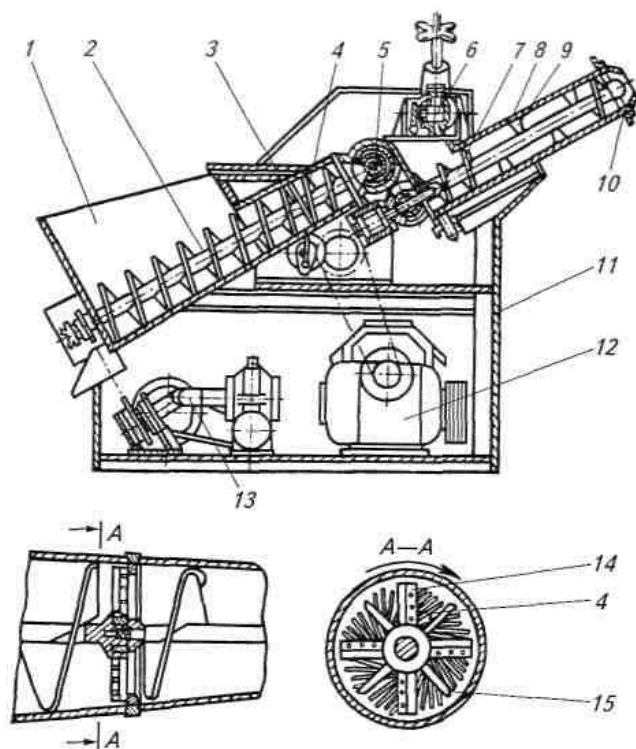


Рис. 147 - Дозатор-смеситель: 1 — бункер; 2 — подающий шнек; 3 — измельчитель; 4—решетка; 5 — дозатор творога; 6 — дозатор сливок; 7—шнек смесителя; 8 — смеситель; 9 — вал смесителя с лопатками; 10— насадка; 11 — станина; 12 — привод дозатора; 13 — привод подающего шнека; 14 — лопатка; 15 — нож

Обезжиренный творог загружают в бункер, откуда шнеком его подают в измельчитель на решетку, через конические отверстия которой он проходит благодаря лопаткам, а оставшаяся часть творога снимается ножами. Измельченный творог шнеком подается в камеру дозатора творога 5.

Далее творог поступает в смеситель, куда одновременно подают сливки из дозатора 6. Дозаторы 5 и 6 выдают в минуту до 26 порций. В смесителе обезжиренный творог и сливки захватываются шнеком и перемешиваются лопатками, установленными на валу. Готовый продукт выгружают через конусную насадку.

Фаршемешалку (рис. 148) применяют при выработке различных творожных изделий. Творог и наполнители, предусмотренные рецептурой, загружают в фаршемешалку, где они перемешиваются месильными шнеками в деже, закрытой двумя решетчатыми крышками. Продукт загружают в дежу загрузочным устройством, а выгружают месильными шнеками через шиберное устройство, которое открывают вручную, вращая рычаг по ходу часовой стрелки.

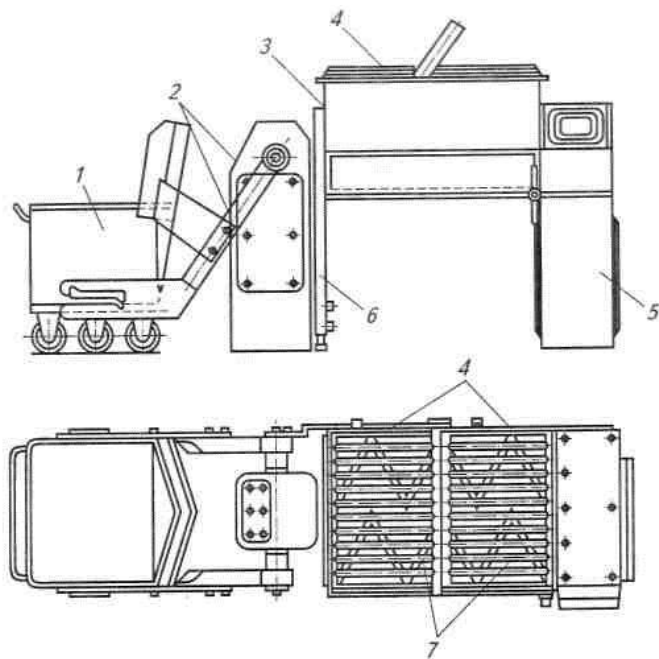


Рис. 148 - Фаршемешалка:  
1 — тележка; 2 — устройство загрузки; 3 — корыто; 4 — решетки; 5 — привод; 6 — станина; 7 — мессильные шнеки

При выработке творожных изделий для измельчения (перетирания) творога применяют вальцовки. Они бывают с двумя и тремя вальцами.

Вальцовка (рис. 149, а) состоит из станины (двух стоек, соединенных стяжками), привода, двух рабочих валов (стального и гранитного), вращающихся в шариковых подшипниках, механизма регулирования зазора между валами, двух ножей и бункера.

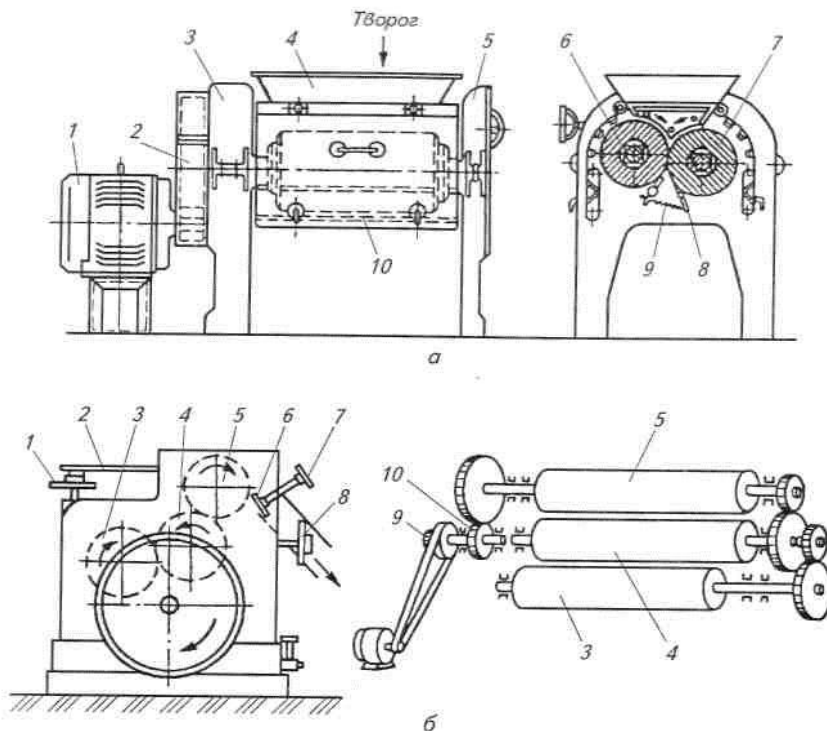


Рис. 149 - Вальцовки: а — с двумя вальцами: 1 — привод; 2 — кожух; 3, 5 — стойки; 4 — бункер; 6, 7 — вальцы; 8 — нож; 9 — пружина; 10 — стяжка; б — с тремя вальцами: 1, 8 — регулировочные винты; 2 — бункер; 3, 4, 5 — вальцы соответственно нижний, средний и верхний; 6 — нож; 7 — нажимные винты; 9, 10 — приводы

Творог загружают в бункер, из которого он попадает на вращающиеся вальцы. Проходя через зазор между вальцами, творог растирается между вальцами,

вращающимися с разной окружной скоростью. Перетертый творог снимается ножами с поверхности валов и направляется в мешалку или смеситель для смешивания с компонентами рецептуры творожных изделий.

Особенность конструкции вальцовки (рис. 149, б) — это три вальца, вращающиеся с различной частотой. Верхний валец вращается с частотой  $130...212\text{ с}^{-1}$ , средний —  $55...95\text{ с}^{-1}$  и нижний —  $24...42\text{ с}^{-1}$ .

Творог, проходя через вальцы, перетирается в регулируемом зазоре между ними. С верхнего вальца он срезается ножом, падает на выходной лоток, с которого направляется для дальнейшего использования.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19**  
**Оборудование для производства кисломолочных**  
**продуктов и мороженого**

Время изучения: 2 часа

**Оборудование рабочего места**

1. Плакаты

**Цель и задачи работы:**

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для производства кисломолочных продуктов и мороженого.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе заквасочников.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе аппаратов для производства кисломолочных напитков.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для фризирования смеси.
4. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для закаливания мороженого.
5. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для выпечки вафель.

**Отчет о работе**

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

Литература:

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Бредихин С.А., Космодьямянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.:Колос, 2001. – 400с.:ил.

## ЗАКВАСОЧНИКИ И АППАРАТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Заквасочники – специальные аппараты для приготовления закваски чистых культур молочнокислых бактерий.

Заквасочники вместимостью 0,012...0,06 м<sup>3</sup> используют для приготовления лабораторной и производственной заквасок, а заквасочники вместимостью 0,1...0,63 м<sup>3</sup> — для получения производственной закваски.

*Заквасочник с ушатами* вместимостью 0,012 м<sup>3</sup> (рис. 150, а) состоит из наружной и внутренней ванн, пространство между которыми заполнено теплоизоляционным материалом. Ванна снабжена крышкой на шарнирах.

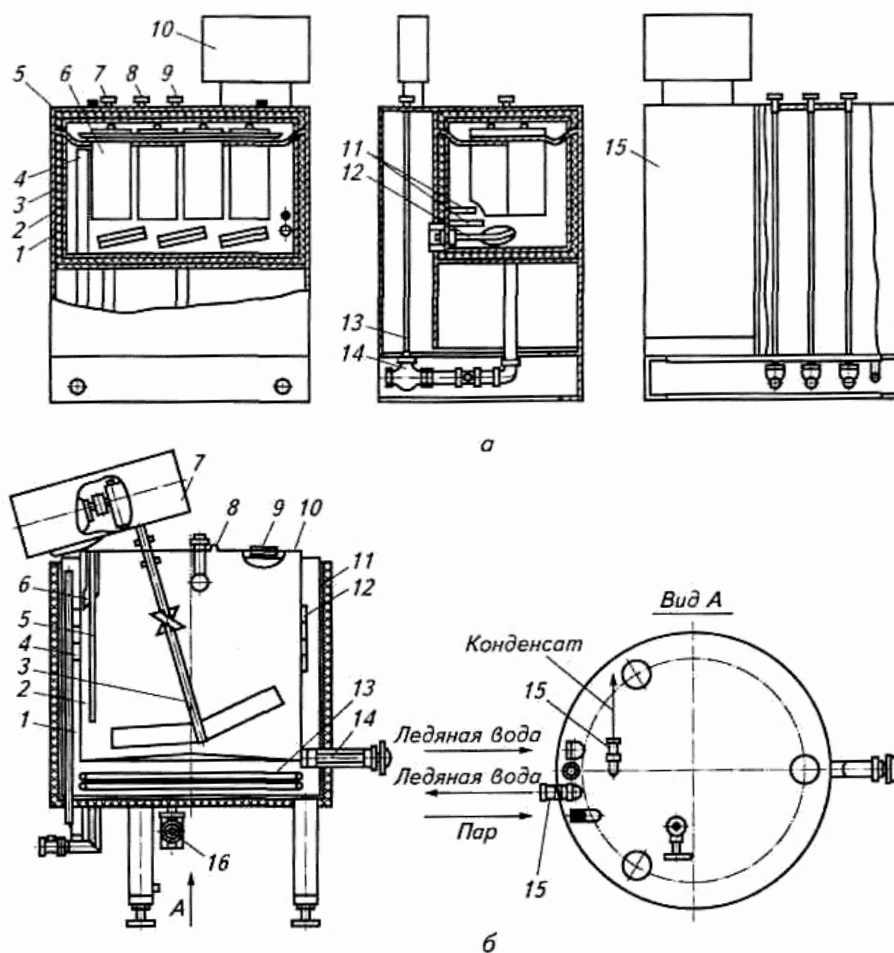


Рис. 150 - **Заквасочники:** а - с ушатами вместимостью 0,012м<sup>3</sup>: 1-наружная ванна; 2 - внутренняя ванна; 3-теплоизоляция; 4-переливная труба; 5-крышка; 6 - ушат; 7-рукоятка вентиля подачи холодной воды; 8, 9 — вентили подачи горячей воды и хладоносителя; 10 — пульт управления; 11 — датчики температуры; 12 — электронагревательный элемент; 13 — шток вентиля; 14 — вентиль; 15 — электрошкаф; б - резервуарного типа: 1 — наружная ванна; 2 — внутренняя ванна; 3 — мешалка; 4—переливная труба; 5 — терморезистор сопротивления; 6— заливной патрубком; 7—привод; 8 — моющая головка; 9 — конечный выключатель; 10 — крышка; 11 — теплоизоляция; 12 — змеевик для ледяной воды; 13 — змеевик для пара; 14 — выпускной кран; 15 — обратные клапаны; 16— вентиль для слива и подачи воды в рубашку.

В верхней части ванны установлена решетка, в которую вставляют ушаты (сосуды цилиндрической формы с крышкой и ручками). Ушаты с молоком помещают в ванну, заполненную водой до верха переливной трубы. Нагревание молока до температуры пастеризации и выдержку при этой температуре осуществляют автоматически. В качестве теплоносителя применяют водяной пар. По окончании пастеризации молока в ванну подают холодную воду для охлаждения до температуры сквашивания. После этого в ушаты вносят культуры молочнокислых бактерий для заквашивания молока. Готовую закваску охлаждают ледяной водой при 2...3 °С и направляют в производство или хранят в специальных камерах до употребления.

*Заквасочники резервуарного типа* (рис. 150, б) представляют собой теплоизолированную вертикальную цилиндрическую емкость с теплообменной рубашкой, теплоизоляцией, устройствами для залива, слива и перемешивания продукта, мойки внутренней поверхности, датчиком контроля температуры пастеризации и сквашивания и др. Заквасочник закрывается крышкой. Для санитарной обработки внутренней поверхности в верхней части заквасочника установлена моющая головка в виде шара с отверстиями.

В зависимости от вида используемого теплоносителя в теплообменной рубашке заквасочника устанавливают змеевики для парового нагрева или электрические нагреватели (ТЭНы).

К дну внутренней ванны приварен патрубок для вывода продукта. Для полного слива продукта днище имеет уклон в сторону выпускного патрубка.

По образующей внутренней ванны в ее верхней части приварен змеевик для подачи ледяной воды, а к днищу наружной ванны — переливная труба, установленная в теплообменной рубашке, патрубок для слива воды из рубашки и змеевик для подачи пара при пастеризации продукта. Патрубок, приваренный к дну наружной ванны, предназначен для заполнения рубашки водой. Переливная труба ограничивает заполнение рубашки водой.

До температуры пастеризации молоко нагревают водой, которой заполняют рубашку заквасочника. Вода нагревается либо паром, либо ТЭНами. Для равномерного распределения температуры в объеме продукта его перемешивают. Молоко охлаждают до температуры сквашивания ледяной водой или пропиленгликолем, которые под давлением не более 0,15 МПа подают или в рубашку, или в змеевик.

При достижении продуктом температуры 75...90 °С вода в межстенном пространстве начинает кипеть и через переливную трубу выходит пар. При монтаже необходимо предусмотреть трубопровод отвода пара за пределы помещения. Переливную трубу запрещается соединять с закрытой емкостью, так как в этом случае в межстенном пространстве создается избыточное давление и может быть нарушена герметичность теплообменной рубашки. Внутренняя ванна заквасочника заполняется молоком, а приготовленная закваска сливается через соответствующие патрубки.



Подача сырого молока в заквасочник, управление процессами нагрева и перемешивания, подача тепло- и хладоносителя, сигнализация при достижении заданной кислотности сквашивания молока производятся автоматически.

Аппараты для производства кисломолочных напитков состоят из теплоизолированного корпуса, перемешивающего устройства и теплообменной рубашки. Принцип работы этих аппаратов основан на равномерном и дозированном воздействии теплоты (нагрева и охлаждения) для сквашивания молока. По исполнению эти аппараты в основном вертикального типа. Ниже рассмотрен типовой аппарат, наиболее широко применяемый в молочной промышленности.

Аппарат для производства кисломолочных напитков (рис. 151) рабочей вместимостью 1...10м<sup>3</sup> представляет собой цилиндрический теплоизолированный резервуар с мешалкой и моечным устройством. Аппарат снабжен теплообменной рубашкой, мешалкой и устройством для мойки.

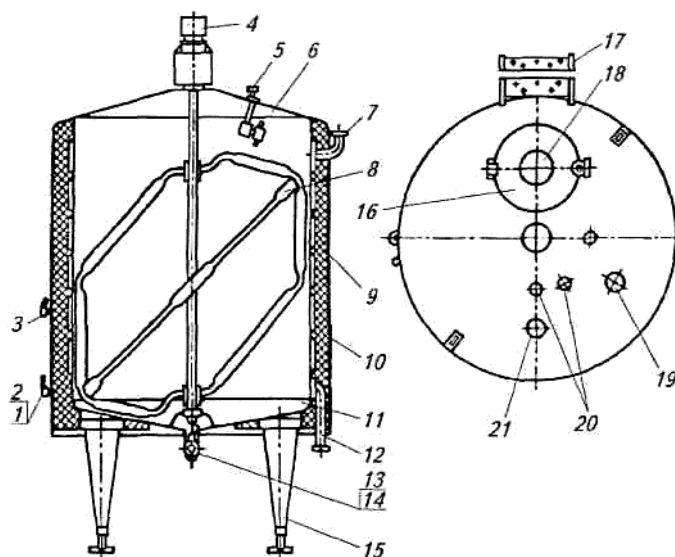


Рис. 151 - Аппарат для производства кисломолочных напитков: 1 — термометр; 2 — термометр сопротивления; 3 — кран для отбора проб; 4 — привод; 5 — моечное устройство; 6 — крышка; 7, 12 — патрубки входа и выхода хладоносителя; 8 — мешалка; 9 — теплоизоляция; 10 — корпус; 11 — днище; 13 — датчик нижнего уровня; 14 — патрубок наполнения-опорожнения; 15 — опора; 16 — крышка люка; 17 — лестница; 18 — смотровое окно; 19 — светильник; 20 — датчики верхнего уровня; 21 — воздушный клапан

Теплообменная рубашка выполнена в виде змеевика. Это позволяет прокачивать хладоноситель под избыточным давлением и повышает эффективность теплообмена. Мешалка, установленная вертикально, выполнена в виде трубчатого контура с диагональной лопастью. Нижней частью мешалка опирается на подшипник скольжения. Привод мешалки установлен на крышке аппарата. Моечное устройство состоит из двух головок, вращающихся во взаимно перпендикулярных плоскостях. Головки имеют изогнутые трубки, создающие при вытекании моющего раствора реактивную силу, вращающую головки. Моющий раствор, вытекая из головок, смывает остатки продукта с внутренней поверхности резервуара.

Аппарат заполняют и опорожняют через патрубок, расположенный в нижней части резервуара. Контроль температуры продукта обеспечивает термометр сопротивления. Для определения уровня продукта в аппарате служат датчики уровня, для сигнализации опорожнения — датчик нижнего уровня. Пробу продукта для определения кислотности берут через кран, расположенный в цилиндрической части резервуара. Аппарат оснащен средствами контроля, автоматического и дистанционного управления процессами.

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО**

**Мороженое** - продукт, полученный взбиванием и замораживанием пастеризованной смеси коровьего молока, сливок, сахара, стабилизатора и наполнителей. Благодаря содержанию молочного жира, белков, углеводов, минеральных веществ и витаминов оно обладает высокой пищевой ценностью и легко усваивается организмом.

Мороженое получают путем взбивания и замораживания молочных или фруктово-ягодных смесей с сахаром, стабилизатором, а для некоторых видов - также с вкусовыми и ароматическими наполнителями.

Производство мороженого включает в себя следующие стадии: 1) приемку молока и оценку его качества; 2) очистку молока, охлаждение и резервирование; 3) приготовление смеси (дозирование и смешение отдельных видов сырья); 4) фильтрование смеси; 5) пастеризацию смеси; 5) гомогенизацию; охлаждение; 6) созревание; 7) фризирование; 8) фасование; 9) закаливание; 10) дозакаливание мороженого.

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФРИЗЕРОВАНИЯ СМЕСИ МОРОЖЕНОГО**

**Фризеры** бывают непрерывного и периодического действия. В промышленности используются преимущественно фризеры непрерывного действия. По сравнению с фризерами периодического действия преимуществами фризеров непрерывного действия являются высокая производительность, меньшие энергетические затраты на единицу продукции, а также более высокое качество продукта.

Важнейшими узлами фризеров являются: рабочий цилиндр (с механизмом взбивания), который с внешней стороны охлаждается, системы охлаждения рабочего цилиндра и подачи продукта в него. В рабочем цилиндре подготовленный продукт частично замораживается и насыщается воздухом. Система охлаждения бывает аммиачной (реже фреоновой) или рассольной, обеспечивающей охлаждение продукта до температуры минус 3...минус 5 °С. Система подачи продукта осуществляет впуск в рабочий цилиндр вместе с продуктом воздуха для насыщения им продукта.

Фризеры периодического действия применяют в основном для получения мягкого мороженого с целью его реализации сразу после приготовления.

*Фризер ФМ-1* (рис. 152) состоит из корпуса, бака с дозатором, рабочего цилиндра, мешалки, холодильного агрегата и трубопровода.

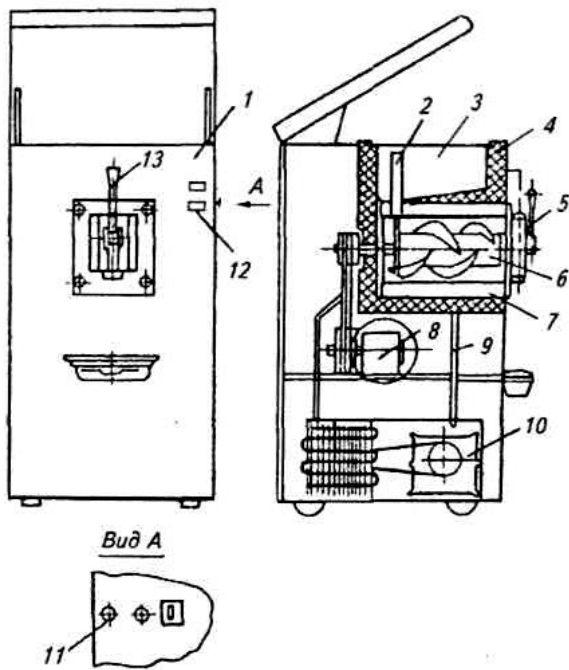


Рис. 152 - Фризер ФМ-1: 1 — корпус; 2— дозатор; 3 — бак; 4 — теплоизо-ляция; 5— отборное устройство; 6 — мешалка; 7—рабочий цилиндр; 8— привод мешалки; 9— трубопровод; 10— холодильный аппарат; 11 — терморегуля-тор; 12 — шкала; 13 — рукоятка

Корпус выполнен в виде сварной ста-нины и съемных панелей, сверху имеется крышка. Рабочий цилиндр и бак имеют теплоизоляцию и соединены трубопро-водом. Привод мешалки включает в себя электродвигатель и редуктор. Вращение мешалки осуществляется с помощью клиноременной передачи. Отборное устройство служит для выгрузки готово-

го продукта. Холодильный агрегат, включающий в себя электродвигатель, ком-прессор и теплообменник, соединен системой трубопроводов с испарителем, расположенным между стенками рабочего цилиндра.

Для сбора капель мороженого служит съемная ванночка, выполняющая од-новременно функцию столика — наполнителя стаканчиков. Для промывки и дезинфекции фризера предусмотрены частичная разборка отборного устрой-ства и извлечение шнека мешалки. Все детали, контактирующие с пищевыми продуктами, выполнены из специальной нержавеющей стали и полимерных материалов. Фризер работает в двух режимах: приготовления мороженого и мойки. Переключение режимов осуществляется тумблером.

В рабочем режиме фризер работает следующим образом. Предварительно приготовленную и процеженную исходную смесь заливают в бак, откуда через дозатор она перетекает в рабочий цилиндр. С помощью дозатора в цилиндр по-ступает и воздух. В процессе работы холодильного агрегата охлажденная смесь лопастями мешалки снимается с внутренней стенки рабочего цилиндра, ин-тенсивно перемешивается с воздухом и взбивается. При этом объем смеси уве-личивается примерно в 2 раза. При достижении заданной температуры ( $-5...-6$  °С), устанавливаемой терморегулятором, холодильная система и мешалка от-ключаются. Поршень отборного устройства перемещается рукояткой вверх и открывает выпускное отверстие. Одновременно посредством штанги замыка-ется микропереключатель, который через реле времени включает двигатель мешалки. В результате вращения последней порция мороженого подается в стаканчик. По мере отбора готового продукта в рабочий цилиндр поступает новая порция исходной смеси, и цикл повторяется.

При этом приготовление и отбор мороженого могут идти одновременно. При переводе рукоятки в верхнее положение поршень Двигается вниз, пе-рекрывая выпускное отверстие, но благодаря реле времени двигатель мешалки продолжает работать еще некоторое время ( $5...180$  с). Если в течение этого

времени повторного отбора готового продукта не происходит, то двигатель мешалки отключается. Реле времени обеспечивает оптимальный режим работы электродвигателя мешалки. При непрерывном отборе мороженого оно может отключаться. Дозатор служит для регулирования подачи исходной смеси в рабочий цилиндр в зависимости от вида мороженого.

От продолжительности охлаждения смеси зависит взбитость мороженого. Если она недостаточна, мороженое получается излишне плотным и водянистым, с грубой структурой. При увеличенной взбитости мороженое имеет хлопьевидное строение. И в том и в другом случае вкусовые качества мороженого ниже нормы. Считается, что для большинства видов мороженого его взбитость должна составлять 75...95 % и при этом ограничиваться трехкратным содержанием сухих веществ в смеси.

В режиме мойки в бак фризера заливают моющий или дезинфицирующий раствор. В режиме мойки работает только электродвигатель мешалки. По окончании мойки раствор удаляется через отборное устройство. При частичной разборке отворачивают барашковые гайки и снимают отборное устройство, шнек мешалки и дозатор. Вместимость рабочего цилиндра 12 л. Применяемый хладагент R-12. Производительность фризера ФМ-1 21 кг/ч при мощности двигателей мешалки и холодильного агрегата 3 кВт. Продолжительность взбивания смеси не более 10 мин.

**Фризер Б6-ОФ2-Ш** производительностью 600 кг/ч целесообразно эксплуатировать на хладокомбинатах или молочных заводах, имеющих многократные циркуляционные системы охлаждения жидким аммиаком.

Фризер состоит из следующих основных частей: рабочего цилиндра с охлаждающей рубашкой, бака для смеси, мешалки с приводом, двух шестеренных насосов, трубопроводов и электрооборудования.

В цилиндре смесь мороженого взбивается и замораживается. Внутри его расположена мешалка со взбивающим устройством и ножами, которые при вращении мешалки прижимаются к внутренней поверхности цилиндра, снимая намороженный слой смеси. Цилиндр имеет охлаждающую рубашку в виде спирали, покрытую слоем теплоизоляции и кожухом.

Привод мешалки выполнен в виде электродвигателя, редуктора и клиноременной передачи. Привод шестеренных насосов в виде электродвигателя и редуктора обеспечивает разную частоту вращения их валов.

Трубопроводы обеспечивают функционирование систем подвода и отвода аммиака, подачи смеси и насыщения ее воздухом. Они снабжены вспомогательным оборудованием, показывающими и предохранительными приборами.

На рис. 153 приведена технологическая схема приготовления мороженого на фризере Б6-ОФ2-Ш.

Предварительно пропастеризованная, гомогенизированная и охлажденная до 6°С смесь поступает самотеком или с помощью насоса в бак. Поплавковый клапан, находящийся в баке, поддерживает в нем постоянный уровень и предотвращает его переполнение. С помощью мешалки смесь перемешивается и по трубопроводу поступает последовательно на шестеренные насосы первой

и второй ступеней. В трубопроводе между насосами из-за различной скорости вращения валов образуется вакуум.

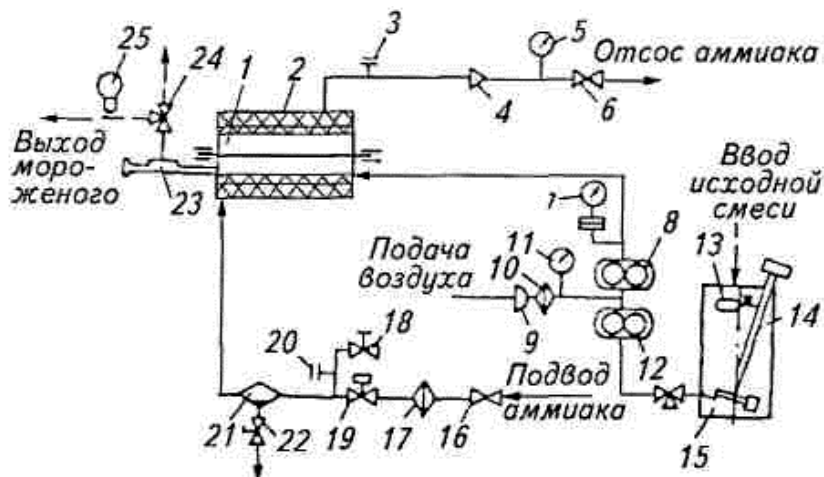


Рис. 153- Технологическая схема приготовления мороженого фризером Б6-ОФ2-Ш: 1 — цилиндр; 2— рубашка цилиндра; 3, 20— патрубки; 4—предохранительный клапан; 5, '1 — мановакуумметры; 6, 16— запорные вентили; 7—манометр; 8, 12— насосы; 9 — воздушный клапан; 10— воздушный фильтр; 13 — поплавковый клапан; 14— мешалка; 15— бак для смеси; 17— фильтр; 18, 22— запорные вентили; 19— запорный мембранный вентиль с электромагнитным приводом; 21 — маслоотстойник; 23 — клапан противодействия; 24— трехходовой кран; 25 — термопреобразователь.

Насос второй ступени засасывает воздух, проходящий через воздушный клапан и фильтр, и подает насыщенную воздухом смесь в рабочий цилиндр. Смесь в цилиндре соприкасается с охлаждаемыми аммиаком стенками, замерзает и срезается ножами. Мешалка со взбивающим устройством дополнительно взбивает замороженную смесь и выводит готовый продукт для дальнейшей обработки.

Клапан противодействия создает в цилиндре необходимое давление для обеспечения требуемого качества продукции. С его помощью можно регулировать взбитость готового продукта при постоянной температуре испарения аммиака в рубашке цилиндра. Давление смеси во фризере измеряют манометром, степень насыщения смеси воздухом — мановакуумметром. Контроль за температурой продукта осуществляется на пульте управления с помощью логометра с термопреобразователем.

Жидкий переохлажденный аммиак от напорного коллектора циркуляционной системы, пройдя через ручной запорный вентиль, фильтр, запорный мембранный вентиль с электромагнитным приводом, попадает в рубашку цилиндра. Проходя по спиральным каналам охлаждающей рубашки, жидкий аммиак забирает теплоту от смеси мороженого и выходит по трубопроводу, находящемуся в верхней части цилиндра. На нем установлены предохранительный клапан, мановакуумметр, ручной запорный вентиль. Рабочее давление жидкого аммиака на входе фризера должно составлять 250 кПа. Мощность привода 20,37 кВт.

После выхода из фризера мягкое мороженое имеет температуру  $-5...-6$  °С и полностью готово к употреблению. Однако даже кратковременное хранение такого мороженого без дальнейшей обработки нежелательно. Обычно технологические схемы обработки закаленного мороженого включают в себя такие операции, как дозирование, фасование, закаливание и хранение.

Дозирование и фасование могут осуществляться с помощью фризеров периодического действия. Как правило, такое мороженое сразу же реализуют.

При использовании фризеров непрерывного действия дальнейшие операции проводят на оборудовании, входящем в поточную технологическую линию производства мороженого, либо в отдельных аппаратах.

В зависимости от срока предполагаемого хранения закаленное мороженое может иметь температуру  $-12$  или  $-25$  °С. Во втором случае мороженое будет храниться до 120 сут. Импортное мороженое, включающее консерванты и охлажденное до такой же температуры, может храниться до одного года.

#### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАКАЛИВАНИЯ МОРОЖЕНОГО**

Для закаливания мороженого применяют морозильные аппараты и эскимогенераторы. Морозильные аппараты, в свою очередь, делят на рассольные и скороморозильные.

*Рассольный аппарат сундучного типа* представляет собой теплоизолированный прямоугольный стальной бак с деревянной изолированной крышкой. Внутри бака расположен испаритель, выполненный в виде металлических труб, в которых кипит аммиак. Испаритель омывается рассолом (раствор хлорида кальция), который перемешивается мешалкой и циркулирует в баке в определенном направлении под действием перегородки. В отдельном отсеке бака имеется ванна с теплым ( $40...45$  °С) рассолом.

Из фризера мороженое заливают в закалочные формы с отдельными ячейками и перемещают в аппарате по его длине от площадки заливки к площадке выгрузки. Формы перемещаются в направляющих, выполненных из металлических уголков. При этом ячейки форм погружаются в рассол температурой  $20...-25$  °С. Длительность закаливания  $20...25$  мин. В процессе продвижения форм в частично закаленное мороженое вручную вставляют палочки. На противоположном от места заливки конце аппарата формы вынимают и погружают в ванну с теплым раствором для оттаивания поверхностного слоя мороженого в ячейках. Из формы одновременно извлекают все порции мороженого. Вставив рамку в станок (съемник порций), с наколок снимают порции мороженого. Температура готового мороженого не выше  $-12$  °С. Если мороженое необходимо покрыть глазурью, то его опускают в нее на наколках, держа за рамку.

В настоящее время рассольные аппараты применяют редко, наибольшее распространение получили скороморозильные аппараты, в которых в качестве теплоносителя используют воздух. Скороморозильные аппараты могут быть с аммиачным или фреоновым охладителем. Транспортирующие устройства в них выполнены в виде горизонтальных или вертикальных конвейеров. Большинство скороморозильных аппаратов выпускают в составе поточных технологических линий, однако их можно применять и отдельно.

**Скороморозильный аппарат** (рис. 154) выполнен в виде камеры, разделенной на две части и собранной из щитов, покрытых изоляцией. В первой части камеры в вертикальной плоскости расположен цепной конвейер. Во второй находятся батарея из оребренных труб и два вентилятора, которые перемещают воздух в горизонтальном направлении.

Брикеты мороженого укладывают на площадки люлек, прикрепленных к цепному конвейеру. Для лучшего омывания охлажденным воздухом брикетов в площадках люлек сделаны отверстия. Чтобы исключить примерзание брикетов к площадкам, к поверхности последних приварены проволоочки. Продолжительность нахождения мороженого в закалочном аппарате 40...45 мин. Число люлек на конвейере у скороморозильных аппаратов различных марок колеблется от 202 до 300.

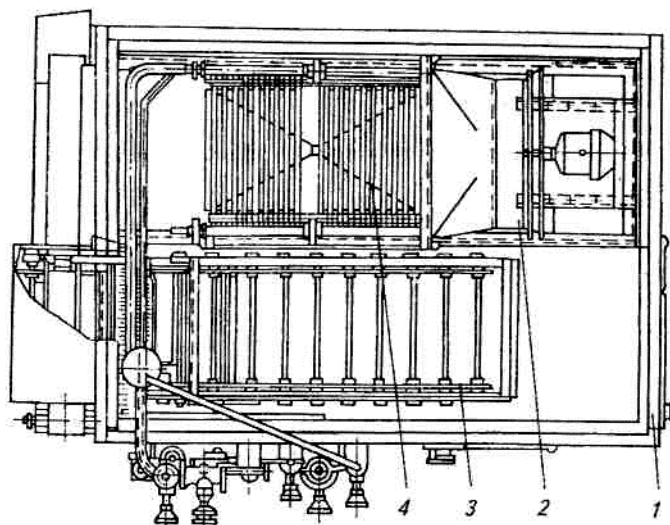


Рис. 154 - Скороморозильный аппарат: 1 – задняя дверь; 2 – вентилятор; 3 – конвейер; 4 – аммиачная батарея.

Большинство скороморозильных аппаратов имеет испаритель с теплопередающей поверхностью 260 или 310 м<sup>2</sup>. Температура охлаждающего воздуха — 25...—35 °С, в зависимости от этого продолжительность нахождения мороженого в закалочной камере может сокращаться до 20...25 мин. Скорость перемещения конвейера в большинстве скороморозильных аппаратов регулируется с помощью вариатора, имеющегося в приводе. От брикетов закаленного мороженого люльки разгружают механическим способом путем их переворачивания или снятия брикетов с помощью разгрузочного устройства на выходе продукции из аппарата. В отдельных аппаратах конвейер обеспечивает движение люлек на разных участках в горизонтальном и вертикальном направлениях.

На предприятиях с небольшим объемом производства мороженого его можно закалывать в морозильных камерах, укладывая брикеты или стаканчики с продуктом в контейнеры или кассеты. Температура в таких камерах поддерживается автоматически с помощью терморегуляторов и составляет —20...—25 °С. Морозильные камеры обычно работают на хладагентах R-12 или R-22. В последнее время выпускают морозильные камеры с озонобезопасными хладагентами.

**Эскимогенераторы** представляют собой комбинированный аппарат карусельного типа для изготовления мелкофасованного мороженого эскимо прямоугольной формы на деревянной или пластмассовой палочке. В нем осуществляют следующие операции: дозирование формочек для мороженого, предварительное охлаждение и забивку в форму с продуктом палочки, закаливание, глазирование шоколадной глазурью, подачу к автомату для завертывания готовой продукции.

Эскимогенератор состоит из станции управления, карусели, распределителя рассола, глазирочной головки, ванны для глазури, дозатора, палочкозабивателя, моющего устройства, испарителя трубопроводов и электрооборудования.

Находящиеся на карусели формочки продвигаются по окружности, делая прерывистое движение через каждые  $3^\circ$  и проходя последовательно все зоны. В начале зоны замораживания формочки поступают к дозатору и во время остановки карусели шесть из них заполняются порциями мороженого. По мере дальнейшего продвижения в замораживающей зоне мороженое частично подмерзает и попадает под палочкозабиватель, который вставляет одновременно шесть палочек. Двигаясь по кругу, мороженое закаляется, а затем попадает в зону оттаивания для извлечения из формочек и погружения в шоколадную глазурь. Глазированное мороженое поступает на лотки конвейера заверточного автомата.

Закаливание мороженого осуществляется в ванне, разделенной на секции. Холодный рассол ( $-20\dots-25^\circ\text{C}$ ) насосом подается из камеры испарителя в ванну, охлаждает мороженое, находящееся в формочках карусели, и через отверстие и сливной патрубок каждой секции попадает в поддон, а оттуда — в камеру испарителя. Для охлаждения рассола в испаритель подается кипящий аммиак из централизованной системы или автономной установки.

Производительность эскимогенератора Л5-ОЭК до 5000 порций мороженого в час, его применяют на крупных хладокомбинатах.

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫПЕЧКИ ВАФЕЛЬ**

Для выпечки вафельных стаканчиков используют полуавтоматы и автоматы, для выпечки плоских вафель — электропресс.

**Полуавтомат для выпечки вафельных стаканчиков** (рис. 155) целесообразно применять на небольших предприятиях. Он состоит из станины, верхней подвижной плиты с пуансонами, нижней неподвижной плиты с пуансонами, нижней неподвижной плиты с конусообразными ячейками, бачка для теста, поддона для отходов и системы электронагревателей.

С помощью рычагов плита с пуансонами может подниматься и опускаться. При опускании пуансоны входят в конусообразные ячейки нижней неподвижной плиты с некоторым зазором. Сзади полуавтомата установлены направляющие, по которым на роликах может передвигаться бачок с тестом.



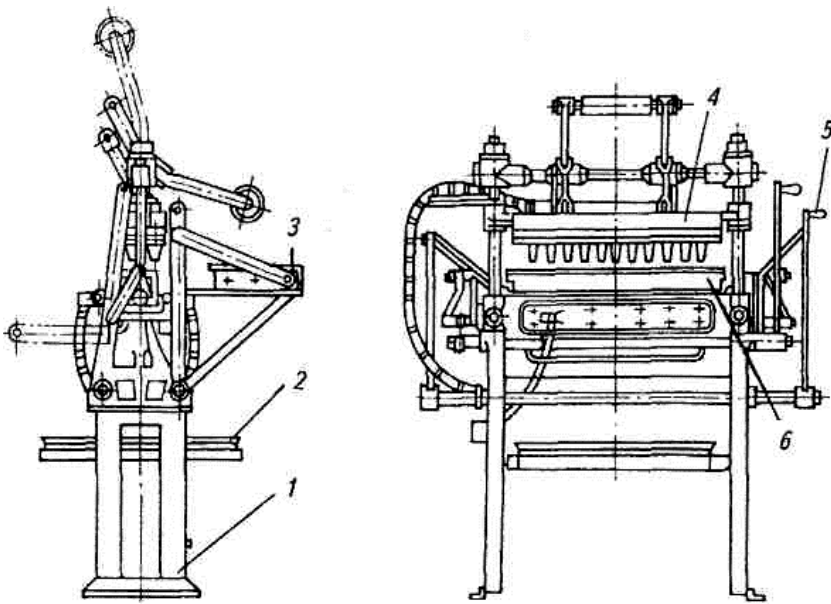


Рис. 155 - Полуавтомат для выпечки вафельных стаканчиков: 1 – станина; 2 – поддон; 3 – бачок; 4 – пуансон; 5 – рукоятка; 6 – плита.

После включения электронагревателей, которые находятся в пуансонах и ячейках, они прогреваются до нужной температуры. Когда верхняя плита поднята, под пуансоны подается бачок с тестом. С помощью рычагов верхнюю плиту опускают

вниз, окуная в тесто пуансоны. Тесто налипает на них, бачок отводится в сторону, и верхняя плита опускается вниз. Пуансоны вводятся в ячейки на 3,5...4 мин, а затем снова поднимаются вместе с верхней плитой. Излишки теста снимают вручную ножом и складывают в поддон. За один цикл работы полуавтомат позволяет выпекать 22 стаканчика.

**Автомат для выпечки вафельных стаканчиков ОВП- 1М** разработан на базе полуавтомата. Принцип его работы существенно не отличается от принципа работы полуавтомата. Отличия в основном касаются управления и привода рабочих органов. Управление работой автомата осуществляется командоаппаратом, настроенным на определенный цикл работы, включающим и выключающим в необходимый момент времени электропусковую аппаратуру.

Основными рабочими органами автомата являются наружные формы и формы, образующие внутреннюю полость стаканчиков. Наружные состоят из двух средних неподвижных и двух боковых подвижных полуформ.

Бачок с тестом, боковые подвижные полуформы и внутренние формы оснащены приводом с электродвигателем, червячным редуктором и зубчатой передачей. Производительность автомата 220 стаканчиков в час. Общая потребляемая мощность 5,3 кВт.

**Электропрессы** различных размеров применяют при выпечке плоских вафель. Обычно они состоят из двух чугунных плит, соединенных шарнирно с рифленой внутренней поверхностью. На наружной в специальных пазах в изоляции уложены нагревательные элементы. Нижняя плита прикреплена к столу неподвижно, верхняя может перемещаться, а в нижнем положении плотно скрепляется с верхней специальным запорным устройством. Тесто подают на нижнюю плиту. Верхняя плита опускается вниз, и через 3...5 мин выпекается вафельный лист размерами 224 x 224 мм.

Наряду с отдельными машинами и аппаратами для производства мороженого промышленность выпускает комплекты технологического оборудования поточных линий.

Они предназначены для фризирования смеси мороженого, его закаливания и фасования.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20

### Оборудование для производства молочных консервов

Время изучения: 2 часа

#### Оборудование рабочего места

##### 1. Плакаты

#### Цель и задачи работы:

Изучить, назначение, устройство, процесс работы и подготовку к работе оборудования для производства молочных консервов

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе вакуум-выпарных установок.
2. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для приготовления сахарного сиропа, охлаждения сгущенного молока с сахаром и кристаллизации лактозы.
3. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для стерилизации молочных консервов.
4. Изучить назначение, устройство и процесс работы, и подготовку к работе оборудования для сушки.

#### Отчет о работе

В рабочей тетради записать:

1. Назначение каждого из изученного оборудования.
2. Устройство и процесс работы изученного оборудования.
3. Подготовку к работе оборудования.

#### Литература:

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / Курочкин А.А., Шабурова Г.В. и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
3. Курочкин А.А., Лященко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства/Под ред.В.М.Баутина.-М.:Колос, 2001.- 440с.- (учебники и учеб. Пособия для студентов высших учеб. заведений).

## ВАКУУМ-ВЫПАРНЫЕ УСТАНОВКИ

Однокорпусная вакуум-выпарная установка с термокомпрессией вторичного пара (рис. 156) состоит из греющей камеры, пароотделителя, конденсатора, трех пароструйных эжекторов, термокомпрессора и двух трубчатых подогревателей молока, пароструйного компрессора и вакуум-насоса.

Греющая камера цилиндрической формы представляет собой трубчатый двухходовой теплообменник, работающий под вакуумом. В греющей камере кроме кипяtilьных трубок имеется две трубки большего диаметра, чем кипяtilьные. Их называют возвратными или циркуляционными. В них молоко движется сверху вниз, в то время как в кипяtilьных трубках оно проходит снизу вверх.

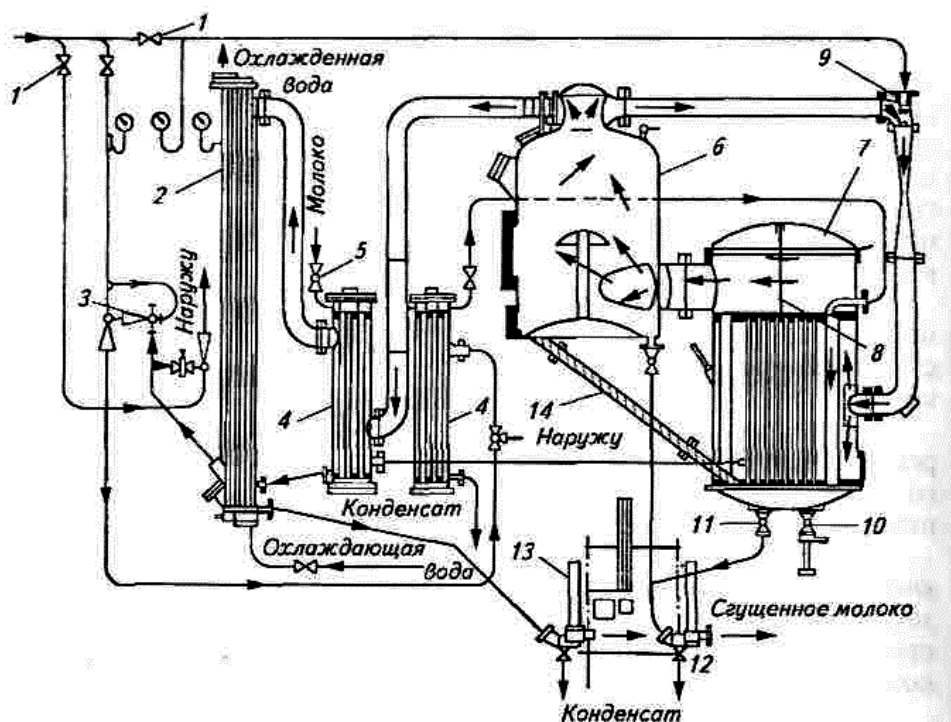


Рис.156 - Схема однокорпусной вакуум-выпарной установки с термокомпрессией вторичного пара: 1 — паровые вентили; 2 — конденсатор поверхностного типа; 3 — пароструйный вакуум-насос; 4 — трубчатые подогреватели; 5 — регулирующий кран; 6 — пароотделитель; 7 — греющая камера; 8 — перегородка; 9 — пароструйный компрессор; 10 — пробоотборник; 11 — кран для слива продукта; 12 — насос; 13 — насос для конденсата; 14 — возвратная труба.

При обычных условиях работы в трубках, по которым движется молоко, давление не превышает 0,02 МПа, температура кипения при этом не выше 60<sup>0</sup>С. В межтрубном пространстве греющей камеры, где находится греющий пар, также поддерживается вакуум. Давление здесь не выше 0,04 МПа, температура конденсации при этом не выше 75<sup>0</sup>С. Таким образом, разность между температурой греющего пара и температурой молока не более 15<sup>0</sup>С. При этом небольшом температурном перепаде теплота передается от греющего пара через стенки молока. Пар, поступающий из пароструйного компрессора, заполняет межтрубное пространство греющей камеры, конденсируется на стенках трубок.

В процессе работы в греющей камере должно быть такое количество молока, которое при спокойном состоянии заполнило бы трубки приблизительно на 2/3 или половину их высоты. Вследствие небольшого диаметра кипятильных трубок их площадь греющей поверхности на единицу находящегося в них молока значительно превышает площадь поверхности возвратных трубок, поэтому в кипятильных трубках образуется больше паровых пузырьков, вследствие чего удельный объем находящейся в нем смеси жидкости и пара меньше, чем в возвратных трубках. Благодаря этому смесь движется вверх под напором жидкости, находящейся в возвратных трубках.

Возвратные трубки непрерывно пополняются молоком: в одну из них направляются поступающее молоко и часть молока, выбрасываемая из кипятильных трубок, а в другую, расположенную у выхода вторичного пара из греющей камеры в пароотделитель, поступает только молоко, выбрасываемое из кипятильных трубок.

Циркуляция молока в вакуум-выпарном аппарате естественная, но с большой скоростью. Благодаря высокой скорости молока в кипятильных трубках и невысокой температуре греющего пара ( $75^{\circ}\text{C}$ ) аппарат может работать 15... 16 ч без существенного снижения производительности.

Управление работой греющей камеры заключается в регулировании подачи греющего пара и молока с тем, чтобы установить и поддерживать интенсивную циркуляцию молока. При увеличении количества молока в греющей камере циркуляция замедляется, при малом наполнении она прекращается.

*Нормализованное молоко для сгущения поступает в вакуум-аппарат непрерывно. Вначале оно нагревается до  $40...45^{\circ}\text{C}$  в первом подогревателе вторичным паром из пароотделителя. Затем молоко направляется во второй подогреватель, где подогревается отработавшим паром, поступающим из двухступенчатого эжектора, до  $85^{\circ}\text{C}$ , после чего оно поступает в греющую камеру. По достижении заданной концентрации продукт непрерывно откачивают насосом.*

*Пар (вторичный) из греющей камеры вместе с частью молока поступает в пароотделитель по широкой трубе, вделанной в его боковую стенку по касательной к окружности. Благодаря этому пар и попадающее вместе с ним молоко приобретают вращательное движение. В результате возникающей при этом центробежной силы частицы молока отбрасываются к стенкам пароотделителя, по которым стекают на дно.*

**Однокорпусную вакуум-выпарную установку с пластинчатой греющей камерой** (рис. 157) применяют для сгущения обезжиренного молока при производстве сухого молока.

*Стерилизованное при  $140^{\circ}\text{C}$  и охлажденное до  $88^{\circ}\text{C}$  обезжиренное молоко подается насосом в греющую камеру в виде пластинчатого аппарата. Молоко попадает на пластины 5 первой секции (см. рис.160, б). Греющий пар, поступающий в установку, распределяется по пластинам 4 и нагревает молоко до кипения. Кипящее молоко, поднявшись по пластине 5, переходит во вторую секцию, где его кипение продолжается.*

Продукт с частицами вторичного пара выходит из второй секции греющей камеры по каналу б и поступает в пароотделитель, в котором приобретает вращательное движение. Молоко, вращаясь, интенсивно кипит, а вторичный пар отводится на конденсацию. Сгущенное молоко выгружают из вакуум-выпарной установки через ловушку для отделения пара.

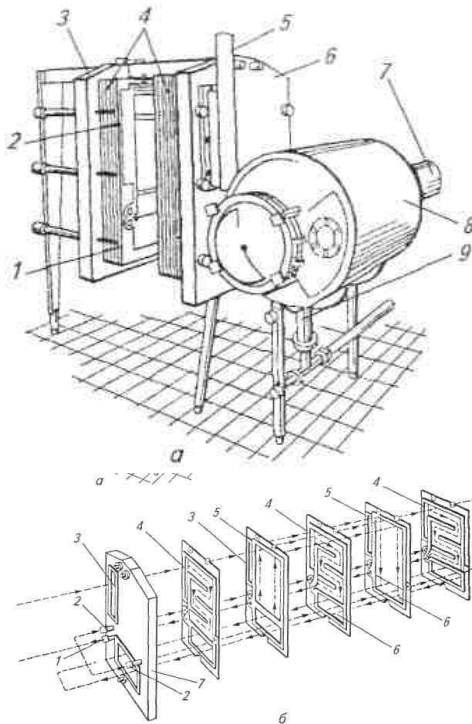


Рис. 157 - Схема однокорпусной вакуум-выпарной установки с пластинчатой греющей камерой: а — общий вид: 1 — канал для выхода продукта из греющей камеры в пароотделитель; 2 — каналы в пластине для входа греющего пара; 3 — подвижная плита греющей камеры; 4 — пластины; 5 — патрубок для входа пара; 6 — передняя плита греющей камеры; 7 — патрубок для отвода вторичного пара; 8 — пароотделитель; 9 — ловушка с патрубком для выхода готового продукта; б — схема движения продукта в греющей камере: 1 — патрубок для выхода конденсата; 2 — патрубок для входа молока; 3 — канал для пара; 4 — пластины с каналами для пара; 5 — пластины для молока; 6 — канал для выхода продукта; 7 — передняя плита

Многокорпусные вакуум-выпарные установки имеют несколько корпусов выпаривания. В каждом последующем корпусе температура выпаривания ниже, чем в предыдущем, поэтому вторичный пар из предыдущего корпуса используется как греющий в последующем корпусе.

Трехкорпусная вакуум-выпарная установка пленочного типа (рис. 158) предназначена для сгущения цельного, обезжиренного молока и сыворотки до массовой доли сухих веществ в готовом продукте соответственно 43...52, 40...46 и 38...40 %. Для экономии греющего пара вакуум-аппараты соединены между собой последовательно. Кроме того, на первом корпусе установки и пастеризаторе используется инжектируемый вторичный пар первого корпуса, проходящий через паровую камеру второго корпуса.

Подготовленное молоко перед выпариванием подогревают паром давлением 0,8 МПа в вертикальных восьмиходовых кожухотрубных подогревателях. Для подогрева молоко подают насосом в подогреватель 1 и далее оно проходит последовательно все подогреватели и пастеризатор V. Температура пастеризации молока составляет 85...88 °С.

Для обеспечения эффекта пастеризации молоко выдерживают в трубчатом выдерживателе Вд, из которого оно поступает в верхнюю часть греющей камеры первого вакуум-аппарата, который представляет собой трубчатый теплообменник, соединенный с выносным пароотделителем. Конструкция вакуум-аппарата предусматривает выпаривание молока, гравитационно стекающе-

го вниз в виде пленки, формирующейся на внутренней поверхности вертикальных кипятильных трубок.

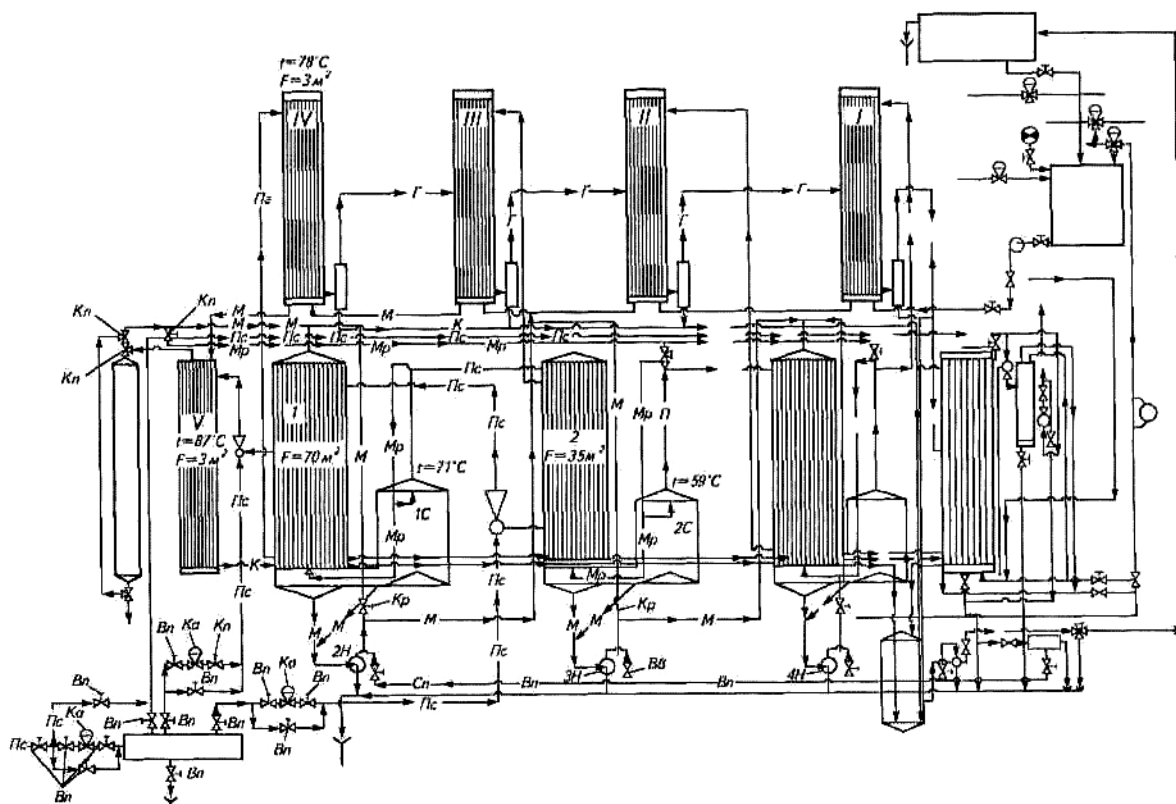


Рис. 158 - Схема трехкорпусной вакуум-выпарной установки пленочного типа: Пс — свежий пар; Пв — вторичный пар; Яг — греющий пар; М — молоко; В — питьевая вода; Вт — техническая вода; К — конденсат; Г — неконденсирующиеся газы; Мр — моющие растворы; Вп — паровой вентиль; Ве — водяной вентиль; Кр — регулирующий кран; Кп — пробковый кран; Ко — обратный клапан; Ка — автоматический клапан; Щ — дроссельная шайба; Ф — моющая форсунка; 1—3 — греющие камеры; 1С—3С — паротделители; I—IV — подогреватели; К — пастеризатор; 4, 5 — конденсаторы; 6, 7 — инжекторы; БИП — бак исходного продукта; Вд — выдерживатель; Ск — сборник конденсата; Вп — промежуточный бак; Ксп — коллектор свежего пара; 1Н—5Н — центробежные насосы

Отделение пара от кипящего молока происходит в паротделителе 1С. Температура кипения цельного и обезжиренного молока при выпаривании составляет в первом корпусе 7...74°C, во втором — 60...64 °С и в третьем — 45...48 °С, а для сыворотки в первом корпусе — 71...78 °С, во втором — 61...68 °С, в третьем — 48...53 °С. Молоко собирается в нижней части греющей камеры и с дна паротделителя насосом перекачивается в греющую камеру 2, где сгущаемый продукт проделывает аналогичный путь.

В греющей камере второго корпуса молоко подогревается вторичным паром, отобранном из сепаратора первого корпуса. Пар, отработавший в паровой камере второго корпуса, отбирается с помощью пароструйного инжектора 6, смешивается с острым паром и подается в паровую камеру первого корпуса.

В качестве пароструйного инжектора первого корпуса используют односопловый инжектор с цилиндрической камерой смешивания.

Пар из греющей камеры второго корпуса поступает для обогрева греющей камеры третьего корпуса, а затем через паротделитель — в конденсатор поверхностного типа, где за счет конденсации создается разрежение, необходимое для проведения процесса при более низкой температуре.

Неконденсирующиеся газы, приходящие в установку с упариваемым молоком, а также проникающие в вакуумированный объем через неплотности в соединениях, удаляют с помощью двухступенчатого пароструйного вакуумнасоса с поверхностным четырехходовым конденсатором.

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ САХАРНОГО СИРОПА, ОХЛАЖДЕНИЯ СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ И КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЛАКТОЗЫ**

*Сироповарочный котел* (рис. 159) представляет собой закрытый цилиндрический сосуд рабочей вместимостью 1...2 м<sup>3</sup> с теплообменной рубашкой, работающий под избыточным давлением. На крышке котла оборудованы люки для загрузки сахара и установлен привод для рамной мешалки.

Сахарный сироп в котле готовят путем растворения необходимого количества сахара в питьевой воде температурой 60...70°С. Для этого котел заполняют водой и засыпают предварительно просеянный сахарный песок. В теплообменную рубашку подают пар давлением 0,6 МПа. После смешивания сахара с водой смесь доводят до кипения.

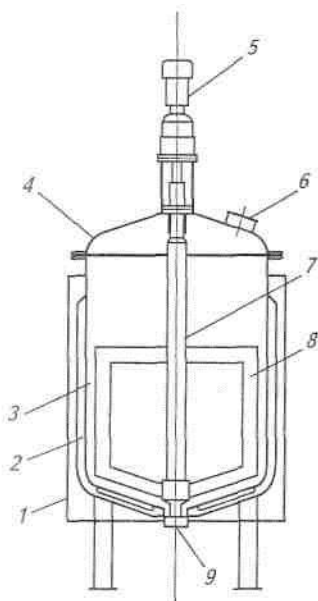


Рис. 159 - Схема сироповарочного котла: 1 - обечайка; 2 - теплообменная рубашка; 3 - цилиндрический сосуд; 4 - цилиндрический сосуд; 5 - привод; 6 - загрузочный люк; 7 - вал мешалки; 8 - мешалка; 9 - разгрузочный люк.

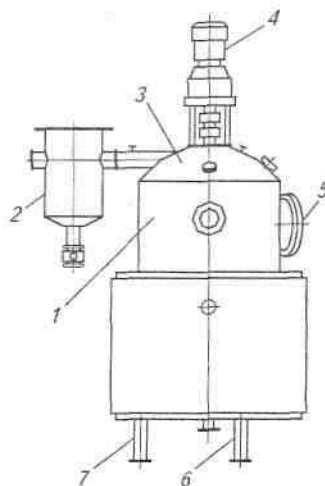


Рис. 160 - Схема вакуум-кристаллизатора: 1 - вертикальный цилиндр; 2 - ловушка; 3 - крышка; 4 - привод; 5 - технологический штуцер; 6 - сливной штуцер; 7 - опоры.

Интенсивное растворение сахара происходит в результате равномерного подогрева и перемешивания смеси рамной мешалкой, вращающейся с частотой

той 60 мин<sup>-1</sup>. Рекомендуемая концентрация в сахарном сиропе 65...70 %. С целью предотвращения расщепления (инверсии) сахарозы, а также засахаривания и загустения сироп нельзя выдерживать более 20 мин с начала кипения до начала его смешивания с молоком. Температура сиропа при смешивании с молоком должна быть 90...95 °С.

После приготовления сахарного сиропа котел опорожняют. Приготовленный сахарный сироп через фильтр насосом подают в вакуум-аппарат выпарной установки. Сахарный сироп может поступать в вакуум-аппарат установки в смеси с молоком или поэтапно: сироп — молоко — сироп.

*Вакуум-кристаллизатор* предназначены для охлаждения сгущенного молока с сахаром и кристаллизацию лактозы. Они представляет собой (рис.160) закрытый вертикальный цилиндрический сосуд с теплообменной рубашкой, работающий под давлением. Днище сосуда имеет эллиптическую форму, что обеспечивает его хорошее опорожнение.

Крышка вакуум-кристаллизатора бывает откидной или глухой. На ней установлены привод перемешивающего устройства с якорной мешалкой и ловушки для улавливания наиболее крупных частиц продукта, уносимых вторичным паром, который образуется при испарении. Для создания необходимого разрежения в аппарате к выходному фланцу ловушки присоединяют трубопровод вакуум-насоса. Рабочая вместимость таких аппаратов 0,5 и 1 м<sup>3</sup>.

Сгущенное молоко с сахаром из вакуум-выпарной установки поступает в вакуум-кристаллизатор самотеком через верхнюю часть аппарата (технологический штуцер, окно). Пар подают в теплообменную рубашку и включают перемешивающее устройство.

Продукт охлаждается в результате самоиспарения под действием вакуума в аппарате при давлении 0,09 МПа. Для обеспечения равномерности охлаждения и кристаллизации продукта его перемешивают якорной мешалкой, вращающейся с частотой 30...60 мин<sup>-1</sup>.

Для интенсификации кристаллизации и образования мелких кристаллов лактозы в сгущенный продукт вносят затравку — сухую мелкокристаллическую лактозу (размер кристаллов 2...3 мкм) в количестве 0,2 % массы продукта, которую перед внесением прогревают при 105 ± 2 °С не менее 1 ч. После внесения в сгущенное молоко лактозы увеличивается число зародышей кристаллизации, которые способствуют образованию мелких кристаллов.

В качестве затравки можно использовать сгущенное молоко предыдущей выработки в количестве не менее 10 %. Температура кристаллизации лактозы 25...35 °С. Готовый продукт сливают из вакуум-кристаллизатора и перекачивают насосом в дозировочно-закаточные агрегаты.

*Двухкорпусный вакуумный охладитель-кристаллизатор* (рис. 161), работающий по принципу самоиспарения, состоит из двух вертикальных испарителей и пароструйного вакуум-насоса. Последний включает четыре ступени с барометрическими конденсаторами.

Испарители наполняют и опорожняют поочередно, причем заполняют не более чем до уровня мешалки. В начале работы пусковым вакуум-насосом со-



здают предварительное разрежение, равное 0,85...0,86 кПа, и подают сгущенное молоко. Продолжительность загрузки 10... 15 мин, а время охлаждения до температуры кристаллизации не должно превышать 45...50 мин. После загрузки пусковой насос отключают, дополнительный вакуум создается в результате конденсации вторичного пара.

Продукт выдерживают при 30...32 °С в течение 45 мин. Повторное охлаждение до 27,5 °С продолжается 10...15 мин, выдержка — 45 мин. До конечной температуры 20...21 °С сгущенное молоко охлаждается за 20 мин.

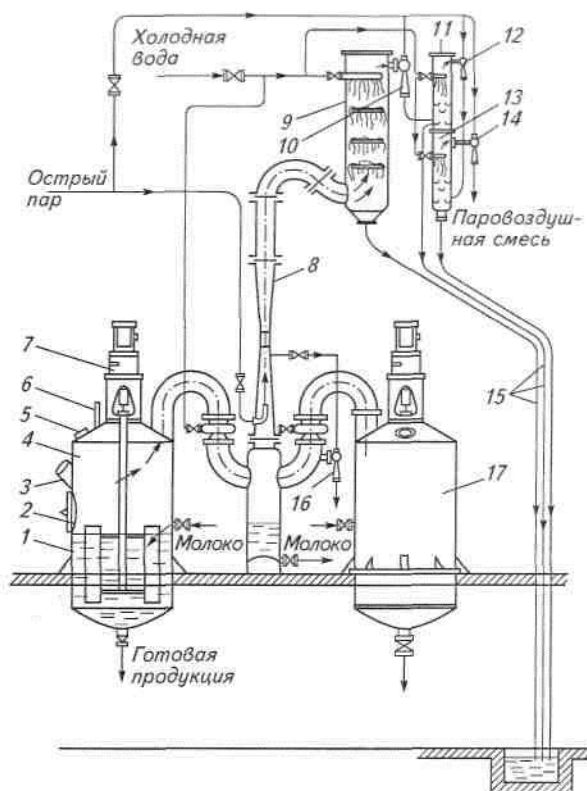


Рис.161 - Схема двухкорпусного вакуумного охладителя-кристаллизатора: 1 — мешалка; 2 — люк; 3 — смотровое окно; 4, 17 — испарители; 5 — осветительное окно; 6 — термометр; 7 — редуктор; 8, 10, 12, 14 — пароструйные насосы первой, второй, третьей и четвертой ступеней; 9, 11, 13 — конденсаторы первой, второй и третьей ступеней; 75 — барометрические трубы; 16 — пусковой пароструйный вакуум-насос

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

В гидростатическом стерилизаторе непрерывного действия (рис. 162) бутылки с молоком при движении нагреваются до температуры стерилизации и медленно охлаждаются до 20...24<sup>0</sup>С. Такие аппараты состоят из трех или четырех башен, в которых в вертикальной плоскости движется конвейер с гнездами для бутылок. Бутылки загружаются в гнезда и по восходящей ветви конвейера поднимаются в верхнюю часть первой башни. Огибая звездочку первой башни, бутылки с молоком проходят гидравлический затвор, где нагреваются до 90...95 °С. Во второй башне они нагреваются паром до 115...120<sup>0</sup>С, а в третьей башне, пройдя гидравлический затвор, охлаждаются до 60 °С. Охлаждение до 40 °С происходит в горизонтальной ванне, расположенной в нижней части стерилизатора.

Гидростатический стерилизатор используют как самостоятельный аппарат для стерилизации питьевого молока в бутылках, а в некоторых случаях он входит в линию производства стерилизованного молока по схеме двуступенчатой стерилизации.

При использовании этого аппарата для стерилизации сгущенного молока в металлических банках они движутся через башни стерилизатора на главном конвейере. Банки с продуктом загружают конвейером загрузки в барабан 14, который разделен на восемь горизонтальных кассет. При загрузке барабан поворачивается вокруг своей оси на  $90^0$  и кассеты с банками загружаются попарно.

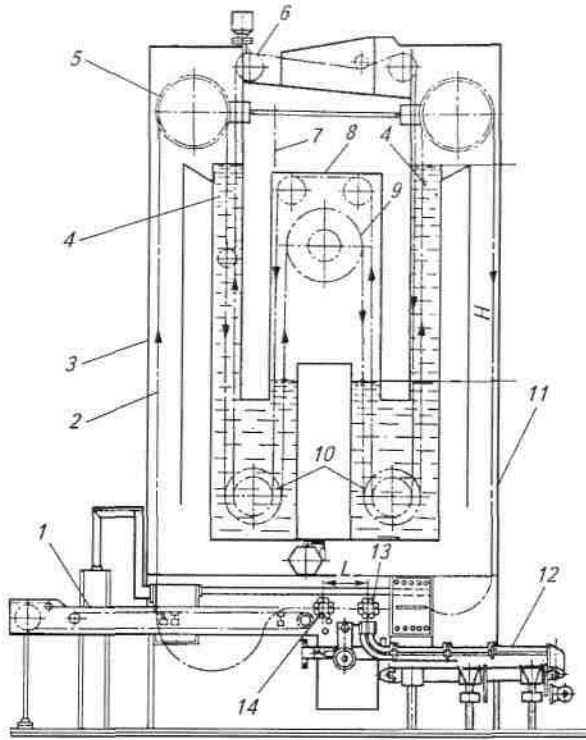


Рис. 162 - Схема гидростатического стерилизатора непрерывного действия: 1 — конвейер загрузки; 2—главный конвейер; 3 — башня предварительного подогрева; 4 — гидростатический затвор; 5 — верхняя звездочка; 6 — цепь вращения барабанов-носителей; 7—цепная передача; 8 — башня стерилизации; 9 — звездочка башни стерилизации; 10 — нижняя звездочка; 11 — башня охлаждения; 12 — течка; 13, 14 — барабаны-носители

В стерилизаторе размещено 35 барабанов. Одновременно с загрузкой осуществляется выгрузка банок из барабана 13, который также поворачивается на  $90^0$ . После выгрузки банки по течке направляются к укладчику.

После того как барабан 14 будет загружен, а барабан 13 разгружен, главный конвейер продвигается на расстояние  $l$ , равное шагу между барабанами. При этом один из барабанов устанавливается под загрузку, а другой — под разгрузку. Загруженные банками барабаны по восходящей ветви конвейера поднимаются в верхнюю часть башни предварительного подогрева, огибают звездочку 5 и входят в столб воды, где банки подогреваются до  $90^0\text{C}$ . Далее конвейер с банками огибает нижнюю звездочку и входит в башню стерилизации, где банки нагреваются до температуры стерилизации  $118^0\text{C}$ . Здесь же происходит их выдержка в течение 15,6 мин при температуре стерилизации. После этого главный конвейер, огибая звездочку 10, проходит второй водяной столб в башне охлаждения, где банки с продуктом охлаждаются до  $40^0\text{C}$ . Далее, огибая верхнюю звездочку по нисходящей ветви конвейера, барабаны с банками подводятся к месту выгрузки.

Внутри стерилизатора через башни движется цепь 6, которая вращает барабаны вокруг собственной оси. Стерилизатор снабжен системой автоматизации, которая обеспечивает заданный температурный режим и блокировку,

предохраняющую основные узлы стерилизатора от перегрузки или повреждений, возникающих при неполадках.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ

**Вальцовые сушилки** применяются в основном для сушки предварительно сгущенных или жидких обезжиренного молока, пахты и сыворотки.

**Вальцовая сушилка** (рис. 163) работает следующим образом. Молоко поступает в сушилку обычно горячим и, соприкасаясь с горячими вальцами, быстро закипает. Наружная цилиндрическая поверхность вальцов, на которые наносится высушиваемое молоко, илифонованная. Вальцы установлены горизонтально параллельно и вращаются навстречу друг другу со скоростью 10...25 мин<sup>-1</sup>. Молоко, проходя через зазор между вращающимися вальцами (0,2...0,5 мм), остается на поверхности в виде тонкого слоя, высыхающего и превращающегося в сухую пленку за время поворота вальцов до ножа, счищающего пленку (2-2,5 с).

Пар для нагрева вальцов поступает внутрь вальцов по кольцевому зазору между неподвижной трубкой для отвода конденсата, проходящей в центре цапфы, и вращающейся цапфой. Над вальцами находится зонт, в который поступает пар от высушиваемого продукта.

Высушенная пленка молока снимается ножами и падает в желоб, по которому передается шнеком к нижнему желобу. Отсюда шнеком продукт направляется в нижнюю часть дробилки и далее ковшами цепного элеватора подается на просеиватель для размола, где измельчается в порошок, а затем ссыпается в тару (бочки или мешки).

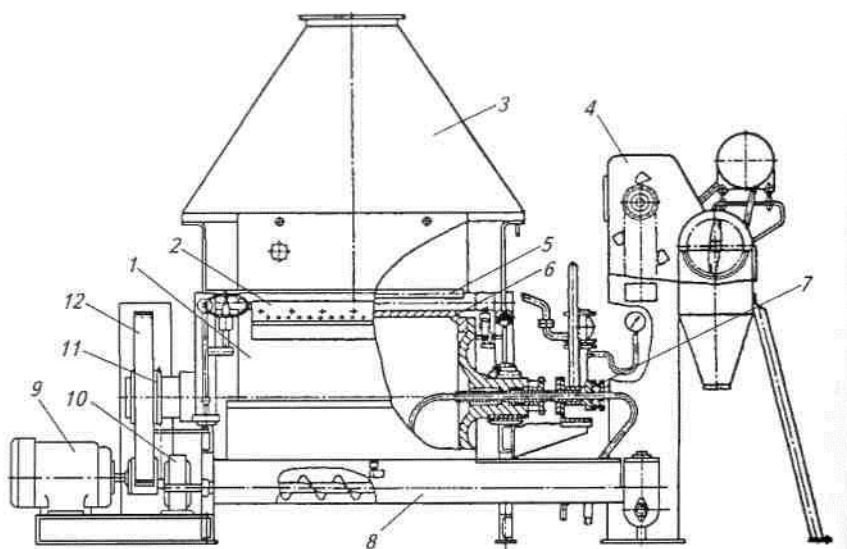


Рис. 163 - Схема вальцовой сушилки для обезжиренного молока: 1 — сушилка; 2 — ножи; 3 — зонт; 4 — дробилка; 5 — коллекторы; 6 — вальцы; 7 — сальниковое устройство; 8 — шнек; 9 — электродвигатель; 10 — редуктор; 11 — цепная передача; 12 — зубчатые колеса

Молоко на поверхность вальцов может подаваться тремя способами: при первом способе молоко поступает в приемный желоб, откуда через мелкие отверстия вытекает в пространство между вращающимися вальцами. При втором способе молоко распыляют струей воздуха. Для этого его подают в специальный приемный желобок, по длине которого установлен вал, снабженный большим количеством дисков с воздушными форсунками. Третий способ состоит в накатывании молока тонким слоем на вальцы.

Вальцовые вакуумные сушилки дают продукт более высокого качества, чем вальцовые атмосферные сушилки, хотя растворимость их все же недостаточна. Качество достигается сушкой при низком давлении и пониженных температурах — 40...50 °С. Расход пара на 1 кг испаренной влаги составляет 1,1...1,3 кг. В вальцовых вакуумных сушилках вальцы расположены в герметичной камере, в которой поддерживается вакуум. Сгущенное молоко подают на вальцы, и за время поворота вальцов примерно на 300° молоко высушивается и снимается ножами.

**Распылительные сушилки** применяют для сушки цельного, обезжиренного молока, сливок, сыворотки, ЗЦМ, продуктов для детского питания, сухого масла и др. Получаемый молочный порошок хорошо растворяется (более 99 %) и сохраняет первоначальные свойства.

Распылительная сушилка (рис.164) устроена следующим образом. В сушильную башню цилиндрической формы непрерывно поступает молоко и быстровращающимся диском или форсункой распыляется на мельчайшие частицы. В башню подают воздух температурой 160...180°С, под действием которого мельчайшие частицы молока медленно высушаются и падают на дно башни, откуда засасываются вместе с воздухом в трубу 12 пневмотранспорта и следуют в циклоны. Воздух из циклонов удаляется вентилятором, а сухое молоко поступает в воздухопровод 12, по которому транспортируется холодным воздухом в разгрузочный циклон. Для лучшего охлаждения применяют охлажденный и предварительно обсушенный воздух. В циклонах порошок отделяется от воздуха, который вентилятором выбрасывается наружу.

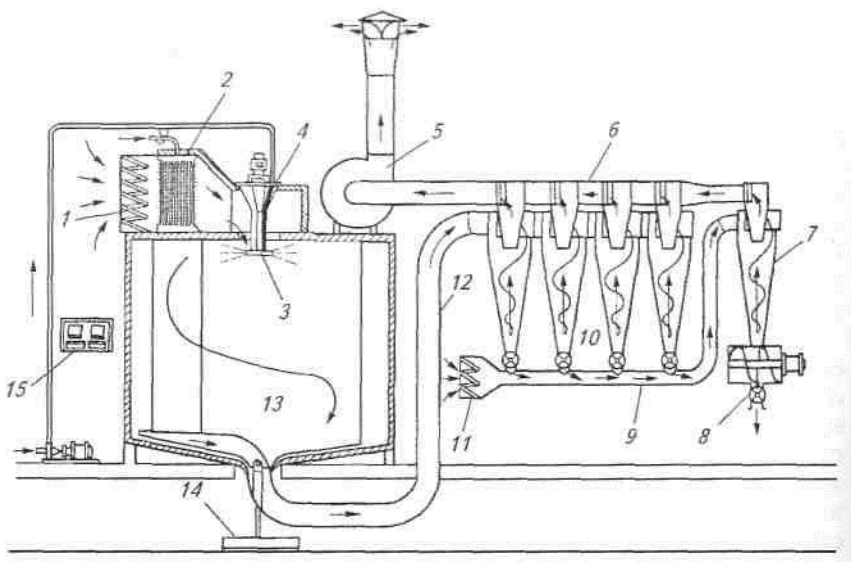


Рис. 164- Схема распылительной сушилки: 1, 11 — фильтры для воздуха; 2 — калорифер; 3 — диск; 4 — патрубок для входа молока; 5 — вентилятор; 6 — воздухопровод; 7, 10 — циклоны для отделения сухого молока от воздуха; 8 — разгрузочный поворотный шибер; 9, 12 — пневмотранспорт (воздуховод) для подачи воздуха с сухим молоком в циклоны; 13 — сушильная башня; 14 — привод уборочного механизма; 15 — пульт управления.

Сушильные башни распылительных сушилок обычно вертикальные цилиндрические, но бывают и горизонтальные. В сушилках с горизонтальной прямоугольной башней распыливающие форсунки устанавливают с торцевой стороны. На некоторых заводах распылительные сушилки устанавливают вне производственного здания. Сушильные башни таких установок снабжаются увеличенным слоем теплоизоляции.

Цилиндрические башни сушилок бывают двух видов: с плоским (порошок удаляется с помощью специальных уборочных механизмов) или коническим дном (порошок перемещается к центральному разгрузочному отверстию под действием силы тяжести). Верхнее перекрытие у современных сушильных башен плоское. Для уменьшения прилипания молочного порошка к внутренним поверхностям сушильной башни применяют специальные устройства: электромолотки, устанавливаемые на цилиндрической и конической частях сушильной башни; скребковые механизмы; локальный и общий обдув внутренних поверхностей и др.

Скорость сушки в значительной степени зависит от размера частиц высушиваемого продукта (от площади поверхности испарения). Частицы должны быть мелко раздроблены, а относительная скорость омывающего воздуха — высокой.

**Сушильные установки** для получения быстрорастворимого молока работают по принципу одно- или двухступенчатой сушки сгущенного молока. Наибольшее распространение получил двухступенчатый способ, поскольку сухое быстрорастворимое молоко, выработанное этим способом, быстрее растворяется, чем продукт, полученный в результате одноступенчатого процесса. Для технической реализации этого способа распылительную и вибрационную конвективную сушилки соединяют между собой в одну установку, либо используют дополнительные специальные устройства, в которых обычное сухое молоко превращается в быстрорастворимое. Эти устройства могут работать в комплекте с различными сушильными установками.

В сушильной установке (рис. 165) быстрорастворимое молоко получают в два этапа. На первом этапе получают обычное сухое молоко, затем его увлажняют и вносят добавки для повышения смачиваемости.

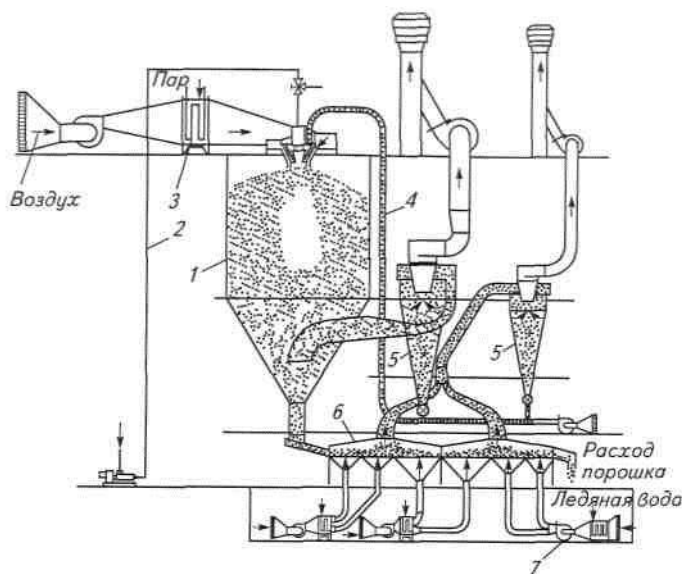


Рис. 165 - Схема сушильной установки для получения быстрорастворимого молока двухступенчатым способом: 1 — сушильная башня; 2 — трубопровод для подачи сгущенного молока; 3 — паровой калорифер для нагрева воздуха; 4 — трубопровод подачи на диск мелкого сухого порошка; 5 — циклон; 6 — вибрационная конвективная сушилка; 7 — вентилятор для подачи холодного воздуха.

На втором этапе увлажненный продукт сушат до стандартной влажности в вибрационной конвективной сушилке. Высушенные на втором этапе частицы молока благодаря агломерированию приобретают пористую структуру, которая облегчает проникно-

вание внутрь воды и способствует его растворению. Быстрое проникновение воды достигается также повышением смачиваемости в результате внесения на втором этапе сушки соево-фосфатидных добавок.

Одной из основных частей сушильных установок являются устройства для обработки сухого продукта по выходу из сушильной камеры, так называемые *вибрационные аппараты* {*виброаппараты*). В установках, предназначенных для получения сухих молочных продуктов обычной растворимости, эти аппараты используют для просеивания и охлаждения молочного порошка, их называют *виброохлаждителями*. В установках, предназначенных для получения сухих быстрорастворимых молочных продуктов, этими аппаратами служат вибрационные конвективные сушилки, обеспечивающие досушку и охлаждение молочного порошка, которые называют *инстантайзерами*.

Виброаппараты, используемые для обработки молочного порошка, подразделяют на две группы. Первая группа — это аппараты, у которых частота возбудителя колебаний несколько выше или ниже собственной частоты колебаний, т. е. они работают в режиме, близком к резонансным колебаниям. Вторая группа наиболее распространенная — это аппараты, работающие при сверхкритической частоте, т. е. в режиме зарезонансных колебаний. По способу передачи теплоты виброаппараты бывают конвективного и кондуктивного типов.

*Виброаппарат конвективного типа* (рис.166) предназначен только для охлаждения молочного порошка. Перфорация пластин, на которых осуществляется охлаждение молочного порошка, выполнена в виде наклонных отверстий.

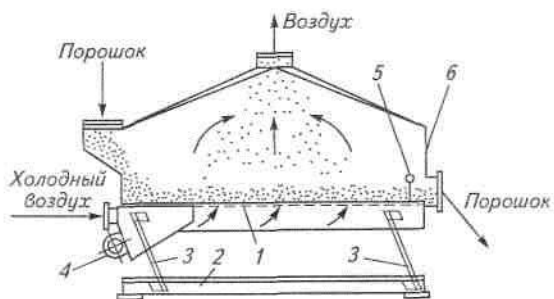


Рис. 166 - Схема виброаппарата конвективного типа: 1 – перфорированная пластина; 2 – основание; 3 – наклонные пластины; 4 – вибропривод; 5 – заслонка; 6 – корпус.

В вибрационных аппаратах конвективного типа слой порошкообразного продукта находится в двух качественно различных состояниях. При продувке слоя продукта потоком газа с определенной скоростью частицы теряют прежний взаимный контакт, получают возможность перемещаться относительно друг друга, слой расширяется и в таком состоянии напоминает кипящую жидкость, поэтому его называют *псевдооживленным*.

Псевдооживленный слой при обработке сухих молочных продуктов создается продувкой слоя потоком газа, вибрационным воздействием на слой (виброкипящий слой) и вибрационным воздействием в сочетании с продувкой слоя потоком газа. Виброкипящий слой позволяет не только интенсифицировать тепловую обработку молочного порошка, но и вносить в него различные добавки, транспортировать и выполнять другие операции.

*Прямоходная вибрационная конвективная сушилка* (рис. 167) работает в режиме дорезонансных колебаний. В неподвижном корпусе сушилки установлены три вибрирующие лотка, закрытые сверху перфорированными пластинами, по которым перемещается молочный порошок, поступающий из башни распылительной сушильной установки. На пластинах в шахматном порядке расположены отверстия. Пластины соединены между собой эластичными прокладками, что позволяет продукту беспрепятственно по ним перемещаться. Лотки, на которых крепятся пластины, снизу имеют патрубки, соединяющиеся гибкими сочленениями с воздуховодами, по которым подают горячий или холодный воздух в зависимости от назначения лотка.

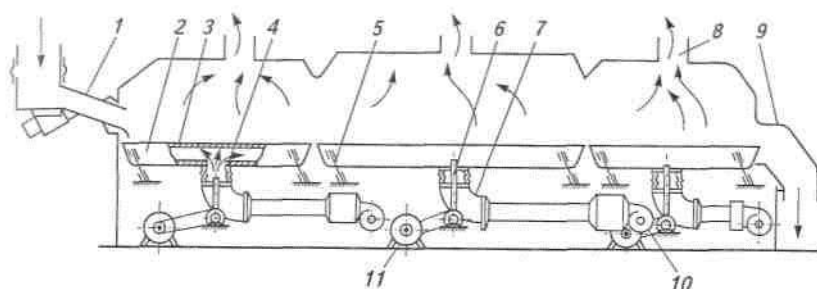


Рис. 167 - Схема прямоходной вибрационной конвективной сушилки: 1 — загрузочный бункер; 2 — вибрирующий лоток; 3 — перфорированная пластина; 4 — гибкое сочленение; 5 — упругая пластина; 6 — тяга; 7 — колено; 8 — патрубок для отвода воздуха; 9 — патрубок для выгрузки готового продукта; 10 — вентилятор; 11 — привод.

Продукт по лоткам движется поступательно благодаря вибрации и углу их наклона ( $1,5^\circ$ ). Скорость движения продукта по лоткам зависит от амплитуды и частоты вибрации. В вибрационной конвективной сушилке описываемой конструкции частота вибрации не должна превышать 9... 10 Гц. Превышение указанного предела может привести к разрушению элементов конструкции сушилки.

Влажный порошок из сушильной башни поступает на перфорированную пластину и перемещается по ней в результате вибрации лотка. Сквозь отверстия в пластине слой продукта продувается воздухом температурой  $70...80^\circ\text{C}$ . При этой температуре частицы поступают на вторую пластину, сквозь отверстия которой продувается воздух температурой  $100...110^\circ\text{C}$ . На второй пластине частицы молока досушиваются до стандартной влажности. Далее частицы продукта перемещаются на третью пластину, сквозь отверстия которой подают холодный воздух температурой  $10...12^\circ\text{C}$ , и частицы продукта охлаждаются до  $25^\circ\text{C}$ .

Воздух продувается вентилятором через каждый лоток. В верхней части сушилки имеются патрубки, соединенные с воздуховодом для удаления отработавшего воздуха и мелких частиц продукта. Готовый продукт выгружается через специальный патрубок.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств./ А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова и др. – М.: КолосС, 2007.- 591с.
2. Оборудование для производства муки и крупы: Справочник / сост. Демский А.Б. , Борискин М.А., Веденьев В.Ф., Тамаров Е.В., Чернолихов А.С. – СПб. Изд-во «Профессия», 2000. – 624с., ил.
3. Байкин.В. Технологическое оборудование для переработке продукции растениеводства / В Байкин, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Афанасьев А.С. Под ред. А.А. Курочкина. – М.: КолосС, 2007. – 445с.
4. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. / С.А. Бредихин. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.:ил. – (учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
5. Бредихин С.А. / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодьямянский, В.Н. Юрин – М.:Колос, 2001. – 400с.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Сепараторы .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Триеры .....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Обоечные, увлажнительные, моечные машины и энтолейторы .....	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 Машины для измельчения зерна .....	35
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 Машины для сепарирования зернопродуктов, производства пшена и гречневой крупы .....	44
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Машины для производства комбикормов .....	56
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Машины для производства растительных масел (машины для очистки масличных семян, обрушивания семян и разделения рушанки, измельчения семян и ядра) .....	70
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Аппараты для влаготепловой обработки мятки, машины для извлечения масла путем прессования и методом экстракции .....	81
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ, ФОРМОВАНИЯ, ДОЗИРОВАНИЯ И СУШКИ ПИЩЕВЫХ СРЕД .....	95
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 Оборудование для смешивания пищевых сред .....	95
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 Оборудование для формования пищевых сред .....	105
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 Оборудование для дозирования пищевых сред и продуктов .....	115
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12 Оборудование для сушки пищевых сред и продуктов .....	129
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА .....	145
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13 Оборудование для транспортировки, учета и хранения молока .....	145
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14 Оборудование для механической обработки молока .....	156
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15 Оборудование для тепловой обработки молока .....	162
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16 Оборудование для производства сливочного масла ...	175
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17 Оборудование для производства творога и творожных продуктов .....	188
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18 Оборудование для охлаждения, смешивания и измельчения творога и творожных продуктов .....	197
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19 Оборудование для производства кисломолочных продуктов и мороженого .....	206
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20 Оборудование для производства молочных консервов .....	218
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	232