


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры  
«Промышленная автоматика  
и робототехника»  
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

 О.А. Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)  
"Современные технологические системы пищевой промышленности"**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
**15.04.02 Технологические машины и оборудование**

с направленностью (профилем)  
**Машины и агрегаты пищевой промышленности**

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150402-02-23

Тула 2023 год

**Разработчики:**

Горелов А.С., доцент, канд. техн. наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

Пантюхина Е.В., доцент, канд. техн. наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

  
(подпись)

# 1 семестр

## Практическое занятие 1

### АГРЕГАТЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА

**Цель работы:** Изучение конструкций агрегатов для приготовления теста.

В отрасли используются порционный и непрерывный способы приготовления теста. Порционный способ применяется на предприятиях малой мощности - в пекарнях, непрерывный - на хлебозаводах. Непрерывно-поточный способ приготовления полуфабриката позволяет механизировать и автоматизировать производственный процесс, стабилизировать и повысить качество хлеба.

Широкое применение на хлебозаводах нашли тестоприготовительные агрегаты, в состав которых входит оборудование для дозирования ингредиентов, замеса и брожения. Различают агрегаты порционного и поточного (непрерывного) приготовления теста.

В агрегатах порционного приготовления замес опары (закваски) и теста осуществляется отдельными порциями или непрерывно, а брожения - порционно. В агрегатах для поточного приготовления теста замес опары и теста и их брожение проводят в стационарных емкостях с одновременным перемещением опары или теста непрерывным потоком.

К агрегатам непрерывного действия относят бункерные агрегаты И8-ХАГ-6, Л4-ХАГ-13, МТИПП-РМК, И8-ХТА-6, И8-ХТА-12 для приготовления пшеничного теста на большой густой опаре, жидких опарах и безопарным способом. Кроме того, на агрегате И8-ХТА-6 можно готовить ржаное тесто на густых и жидких заквасках.

#### Агрегат И8-ХТА-6

В настоящее время серийно выпускаются агрегаты **И8-ХТА-6** и И8-ХТА-12 вместимостью бункеров 6 и 12м<sup>3</sup>. Приготовление теста осуществляется следующим образом. Для замеса опары в тестомесильную машину 1 (рис. 7) дозатором подается мука, а из дозировочной станции 2 - вода и дрожжи. Тестомесильная машина 1 представляет собой корытообразную емкость, внутри которой находятся два параллельных вала с месильными лопастями. Лопасты расположены под углом к оси вала, причем этот угол можно менять для регулирования интенсивности замеса и производительности машины. Свежезамешанная опара нагнетателем опары по тестопроводу подается на поворотный наклонный лоток 5, с которого она поступает в одну из секций стационарного бункера 3 для брожения. Через опреде-

ленное время лоток периодически поворачивается на  $1/6$  окружности, заполняя очередную секцию бункера опарой. Полный оборот лотка соответствует времени брожения опары. Выброженная опара поступает в бункер выгрузки и нагнетателем по трубопроводу подается во вторую тестомесильную машину, в которую из соответствующих дозаторов поступают мука и все жидкие компоненты из дозирочной станции 2 для замеса теста. Освобожденная от опары секция бункера после поворота лотка вновь заполняется свежей опарой.

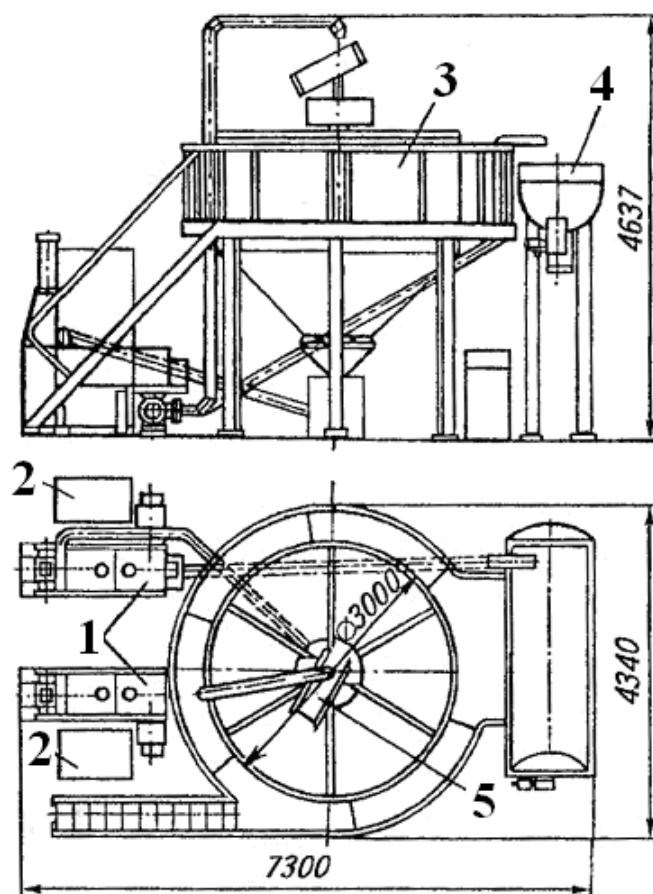


Рис. 7. Бункерный тестоприготовительный агрегат И8-ХТА-6

Замешанное тесто нагнетателем по трубопроводу подается в наклонно установленную емкость 4 корытообразной формы для брожения. Выброженное тесто через патрубок поступает на разделку.

### Агрегат И8-ХАГ-6

Предназначен для приготовления ржаного и пшеничного теста двухфазным способом. Замес опары и теста осуществляется непрерывно, а брожение - в секционных бункерах.

На рис. 8 изображен агрегат И8-ХАГ-6, предназначенный для двухфазного приготовления теста на большой густой опаре с расположением всего оборудования на одном этаже. Агрегат укомплектован тестомесиль-

ными машинами Х-26 для замеса опары 13 и теста 14. Замешенная опара подается в шестисекционный бункер 6 по трубе 11 с помощью шнекового питателя 15. Выброшенная опара забирается из бункера через окно 9 и подается шнековым дозатором опары 8 по трубе в тестомесильную машину 14, в которую также дозируются мука и жидкие компоненты с помощью дозирочной станции 3 и трубы для подачи жидкостей 4. Аналогичная станция применена и для дозирования жидких компонентов в опару. Замешенное тесто шнековым насосом 15 подается по транспортной трубе 17 в бункер 2 тестоделительной машины 1 с помощью пульта управления 16.

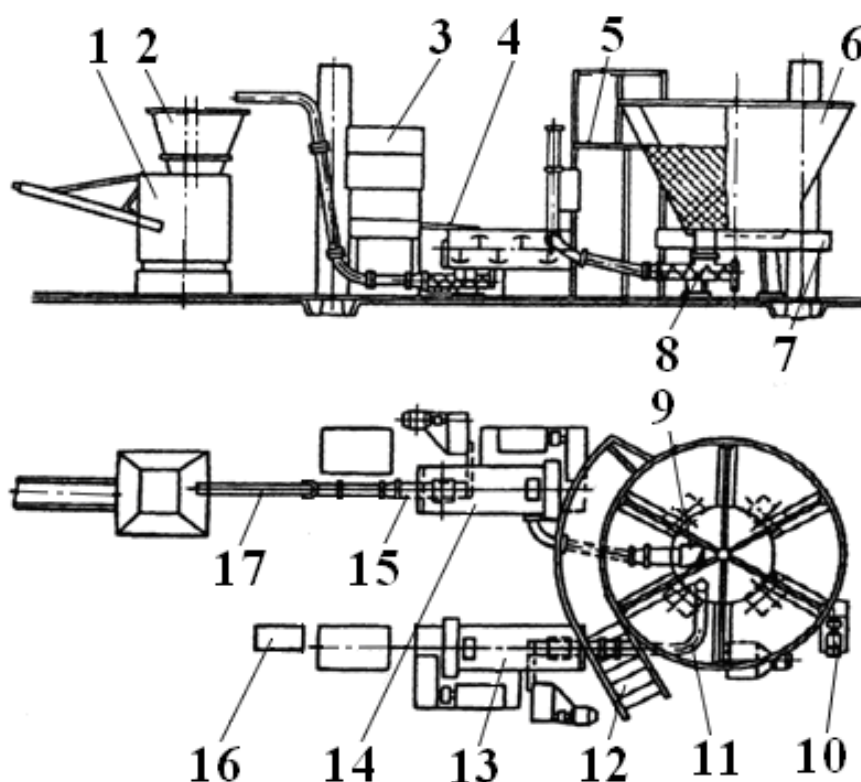


Рис. 8. Тестоприготовительный агрегат И8-ХАГ-6

Бункер 6 для брожения установлен на неподвижных опорах, совместно с которыми смонтировано неподвижное днище 7 с отверстиями для загрузки и выгрузки опары. С помощью пазового уплотнения днище соединено с вращающимся бункером, привод бункера осуществляется от электродвигателя 10. Рядом с бункером установлена площадка для обслуживания 5 с лестницей 12.

В качестве бродильной емкости в агрегате используется конический бункер, разделенный радиальными перегородками на шесть секций. При работе агрегата замешиваемая опара сначала наполняет первую секцию бункера, после чего он поворачивается на  $60^{\circ}$  и под загрузку устанавливается следующая секция. Когда все секции окажутся загруженными опарой, параллельно с загрузкой производят из последней секции отбор спелой

опары с помощью шнекового дозатора через окно 9.

Производительность - до 15 т/сут.

Масса - 6670 кг.

### Агрегат ФТК-1000

Предназначен для выработки ржаного и ржано-пшеничного теста для массовых сортов хлеба. Работает с применением жидкой первой фазы и интенсивного замеса как первой, так и второй фаз теста.

Агрегат (рис. 9) состоит из мучного бункера 1 и весового дозатора муки, включающего питающий шнек 2, емкость 3 с датчиками 5 верхнего и нижнего уровней, виброток 4 с электромагнитным вибратором 6 и электрическим датчиком. Последний связан с весовым устройством 7 и реагирует на изменение массы муки на взвешивающем транспортере 8.

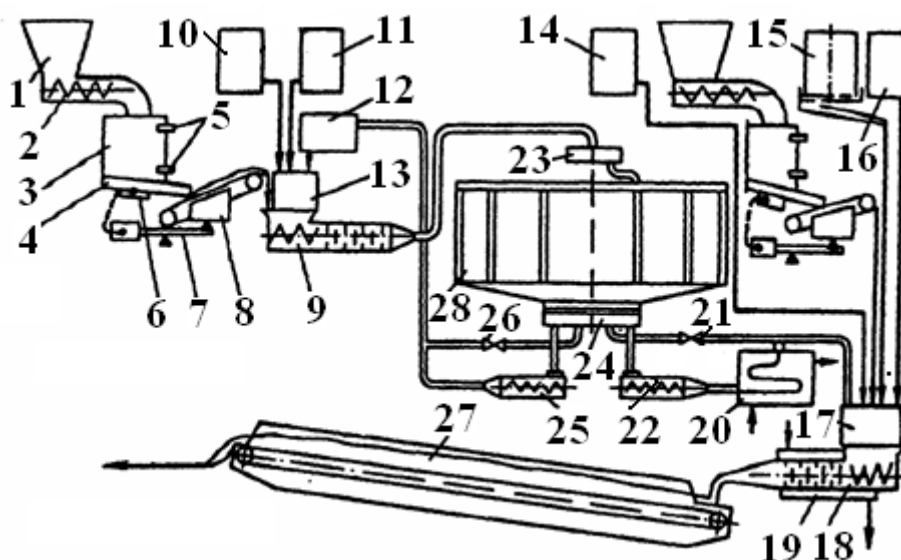


Рис. 9. Принципиальная схема приготовительного агрегата ФТК-1000

Для приготовления жидкой фазы используется дозировочная станция 13, в которую подаются самотеком вода и дрожжи из бачков 10, 11 и жидкая закваска из емкости 28.

Замес жидкой фазы осуществляется в течение 40сек. в гомогенизаторе 9 интенсивного действия при частоте вращения вала 400 об./мин. Жидкая фаза поступает на брожение в неподвижную цилиндрическую двенадцатисекционную емкость 28, днище которой имеет уклон к центру, где установлен двенадцатипозиционный дисковый переключатель 24, работающий синхронно с поворотным переключателем 23 заполнения секций. Выбродившая опара перекачивается двумя шнековыми насосами 25 (в бак 12 для приготовления жидкой опары) и 22 (в охладитель 20 и дозатор жидких компонентов 17). К последнему подаются из производственных емкостей 14,15 и 16 соль, солод и вода. Тесто замешивается в течение 60сек. в машине 18 интенсивного действия, снабженной водяной рубашкой 19, при

частоте вращения вала 200об./мин. и длительности замеса 60сек. Из месильной машины тесто выпрессовывается в виде жгута и поступает на ленточный транспортер 27, играющий роль бродильного агрегата. Длительность брожения теста 12...20мин.

Управление работой агрегата осуществляется с центрального пульта, оборудованного показывающими и самопишущими приборами. На пульт вынесены указатели уровнемеров, положения регулирующих клапанов, указатели потребляемой мощности тестомесильной машины, указатели температуры опары, теста и др.

В коммуникациях имеются краны 26 и 21, служащие для возврата жидкой опары при переполнении расходных баков.

Агрегат пригоден для работы по однофазной схеме с применением 3...4% прессованных дрожжей. При использовании жидкой опары дрожжей расходуется 0,4... 1%.

Производительность - 1000кг/час, вместимость бункера для брожения опары 12м<sup>3</sup>.

### **Контрольные вопросы**

1. Машинно-аппаратурная схема производства хлеба.
2. Поточно-механизированные линии для выработки хлебобулочных изделий.
3. Порционный и непрерывный способы приготовления теста.
4. Агрегаты порционного и непрерывного приготовления теста.
5. Тестоприготовительный агрегат И8-ХТА-6.
6. Тестоприготовительный агрегат типа И8-ХАГ-6.
7. Тестоприготовительный агрегат ФТК-1000.

## Практическое занятие 2

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАМЕСА ТЕСТОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

**Цель работы:** Изучение конструкций оборудования для замеса тестовых полуфабрикатов.

#### Назначение и классификация тестомесильных машин

Замес хлебопекарного теста заключается в смешивании сырья (муки, воды, дрожжей, соли, сахара и других компонентов) в однородную массу, придании этой массе необходимых структурно-механических свойств, насыщении ее воздухом.

Замес сопровождается биохимическими и коллоидными явлениями, повышением температуры замешиваемой массы.

В зависимости от структуры рабочего цикла тестомесильные машины делят на машины:

- периодического действия,
- непрерывного действия.

Машины периодического действия снабжают:

- стационарными месильными емкостями (дежами),
- сменными месильными емкостями (подкатными дежами).

Дежи бывают:

- неподвижными,
- со свободным вращением,
- с принудительным вращением.

По интенсивности воздействия рабочих органов на обрабатываемую массу месильные машины делятся на три группы:

- тихоходные,
- с усиленной механической проработкой,
- интенсивные.

При этом величина удельной энергии, расходуемой на замес, возрастает от 2...4 до 25...40 Дж/г.

Конструкция тестомесильной машины во многом определяется свойствами замешиваемого сырья. Эластично-упругое тесто требует более интенсивного проминания, чем пластичное.

Для замеса теста из пшеничной муки высшего и I сортов, проявляющего выраженную упругость и эластичность, следует применять машины со сложной траекторией движения месильного органа в одной плоскости или с пространственной траекторией лопасти, а также машины с двумя вращающимися месильными органами.

Для замеса пластичного теста (из пшеничной обойной или ржаной муки) можно использовать машины более простой конструкции, например,



с вращающимся месильным органом.

В зависимости от траектории месильных органов выделяют тестомесильные машины с:

- простым,
- вращательным,
- планетарным,
- пространственным движением.

По расположению оси месильного органа различают машины:

- горизонтальной осью,
- наклонной осью,
- вертикальной осью.

Процесс замеса хлебопекарного теста состоит из трех последовательных стадий:

- механического смешивания,
- образования структуры,
- пластификации.

Механическое смешивание завершается образованием трехфазной смеси с высокой равномерностью распределения компонентов. В процессе перемешивания происходит увлажнение сухих компонентов, их диспергирование, агрегация. Эту стадию следует проводить как можно быстрее. В этом случае можно достичь равномерного смешивания компонентов с минимальными затратами энергии.

Образование структуры характеризуется выравниванием влагосодержания, диффузией влаги внутрь частиц муки, набуханием белков и переходом в раствор водорастворимых компонентов муки. При этом возрастает усилие сдвига массы и, следовательно, потребление энергии на привод месильной машины. При набухании большую часть влаги впитывают белковые вещества. Водопоглощение крахмала муки достигает 30%, однако скорость поглощения влаги крахмалом выше, чем белками. Вязкость теста увеличивается.

На скорость течения второй стадии оказывают влияние свойства муки, степень измельчения крахмальных зерен, температура и рецептурные добавки, вносимые в тесто. При поглощении влаги белки сильно увеличиваются в объеме, образуя клейковинный скелет, скрепляющий набухшие крахмальные зерна и нерастворимые частицы муки. Вторая стадия замеса не требует энергичной проработки.

Третья стадия - пластификация - сопровождается структурными изменениями крахмальных зерен и образованием клейковинной решетки, связывающей крахмальные зерна. При этом они частично измельчаются и обволакиваются белковыми пленками. Такие пленки создают хороший газоудерживающий скелет теста.

Третья стадия требует усиленного механического воздействия для разрушения молекул клейковины. Происходит выравнивание структуры

теста и ее измельчение, что в дальнейшем при брожении способствует образованию равномерной мелкой пористости.

Интенсивная механическая обработка теста при замесе позволяет сократить продолжительность брожения теста перед разделкой до 20...30 мин. вместо 1,5...2,0 час. при обычном замесе. Кроме того, удельный объем хлеба повышается на 15...20%, улучшаются структура пористости, цвет и эластичность мякиша.

Машины для интенсивного замеса отличаются высокой энергоемкостью. Эффективным методом снижения энергоемкости является двухстадийный способ приготовления теста с выдержкой между стадиями. Сначала необходима гомогенизация компонентов в скоростном смесителе. Брожение между стадиями не только существенно улучшает технологические свойства теста и качество хлеба, но и значительно снижает расход энергии на замес. После гомогенизации проводят пластификацию.

### **Тестомесильные машины периодического действия**

Особенностью работы тестомесильных машин периодического действия с подкатными дежами является то, что перед замесом в дежу загружают определенную порцию компонентов, дежу подкатывают и фиксируют на фундаментной площадке тестомесильной машины. После замеса дежу с тестом помещают в камеру брожения, где происходит его созревание в течение нескольких часов. К месильной машине в это время подкатывается следующая дежа, и цикл повторяется. На одну месильную машину приходится от 5 до 12 дежей в зависимости от производительности линии. Поскольку масса дежи с тестом достигает 300...500кг, полы тестомесильных отделений выкладывают плитками. Перемещение дежей требует применения физического труда, поэтому в отдельных конструкциях тестоприготовительных агрегатов используются специальные конвейеры (кольцевые, цепные) для механизации перемещения дежей.

В тестомесильных машинах со стационарными дежами замешенное тесто сразу же поступает в специальные емкости для брожения.

### **Тестомесильная машина ТММ-1М**

Тестомесильная машина ТММ-1М с подкатной дежей (рис. 10, а) используется для замеса опары и теста влажностью не менее 39% при выработке различных сортов сдобных булочных изделий на хлебопекарных предприятиях малой мощности и в кондитерских цехах.

Машина состоит из станины 7, рычага 2 с месильным органом 13 и направляющей лопаткой 17, ограждения 1 месильного органа и привода. Месильный рычаг опирается на шарнирную вилку 3. Хвостовик рычага вставлен в подшипник, укрепленный в кривошипе 4, который смонтирован на ступице звездочки 5.

Замес теста производится в подкатной деже емкостью 140л. Дежа

(рис. 10, б) состоит из трехколесной каретки 18, на которой установлена сварная емкость 19. К днищу емкости приварен фланец 21 со шлицевой втулкой 20, укрепленной в ступице 23 каретки. В этой ступице расположен шлицевой валик с квадратным хвостовиком 22. Дежа накатывается на площадку 14 (рис. 10, а), при этом квадратный хвостовик шлицевого валика дежи входит в квадратное гнездо диска 16. После автоматического фиксирования в дежу поступают мука и жидкие компоненты.

Машина приводится в движение от электродвигателя 8 через главный редуктор 11. Вал червячного колеса имеет два выходных конца. На одном конце укреплена звездочка 10 цепной передачи 9, вращающая звездочку 5, которая приводит в движение месильный рычаг. Другой конец вала через муфту и соединительный валик 12 передает движение червячному редуктору 15. На валу червячного редуктора 15 расположен диск 16, на котором вращается дежа. Для проворачивания месильного рычага вручную на противоположном конце вала электродвигателя закреплен маховик 6. Освобождение дежи после замеса производится при помощи специальной педали.

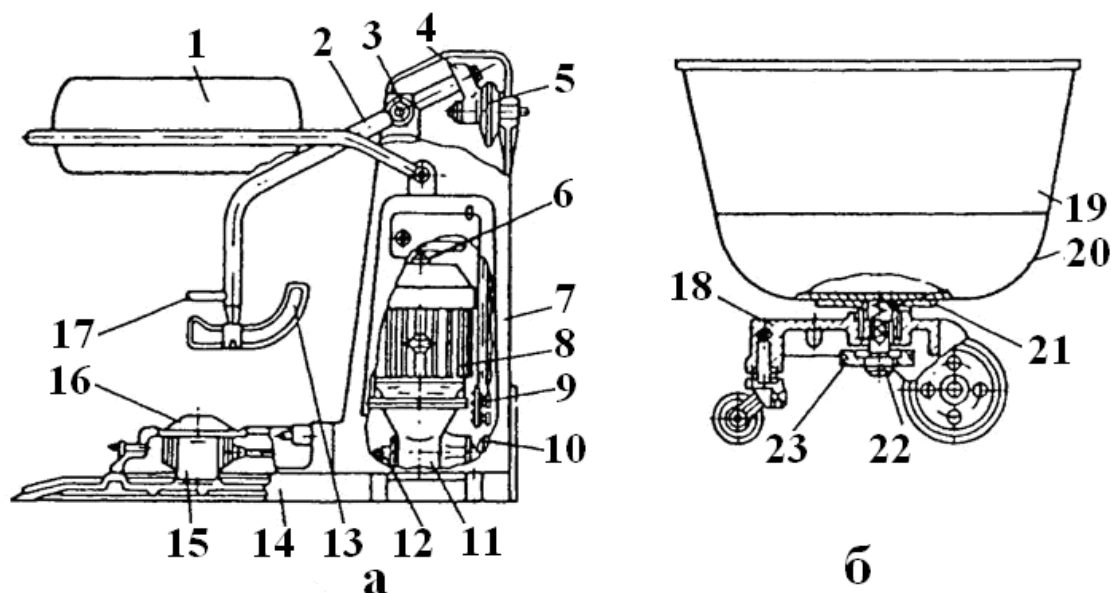


Рис. 10. Тестомесильная машина ТММ-1М с подкатной дежой:

а - общий вид; б - дежа:

1 - ограждение месильного органа, 2 - рычаг, 3 - шарнирная вилка, 4 - кривошип, 5 - звездочка, 6 - маховик, 7 - станина, 8 - электродвигатель, 9 - цепная передача, 10 - звездочка, 11 - главный редуктор, 12 - соединительный валик, 13 - месильный орган, 14 - площадка, 15 - червячный редуктор, 16 - диск, 17 - направляющая лопатка, 18 - трехколесная каретка, 19 - сварная емкость, 20 - шлицевая втулка, 21 - фланец, 22 - шлицевой валик с квадратным хвостовиком, 23 - ступица каретки.

### Тестомесильная машина Т1-ХТ2А

Тестомесильная машина Т1-ХТ2А комплектуется подкатными дежа-

ми емкостью 330л., поэтому может использоваться на хлебопекарных предприятиях средней мощности. Машина (рис. 11) закреплена на плите 1, на которой смонтирована также станина 2 с приводным устройством 3, штурвалом, месильной лопастью 5 и откидной крышкой дежи 4. На фундаментной плите установлены 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.

Дежу накатывают на поворотный стол, центрируют и фиксируют с помощью защелки. Затем включают привод. По окончании замеса крышку поднимают. При этом вал привода месилки выключается, а стол с дежой продолжает вращаться до тех пор, пока специальный упор на плите не коснется конечного выключателя, который отключит электродвигатель. При этом дежа останавливается в положении, удобном для откатывания. С помощью ножной педали дежу освобождают и откатывают.

В машинах с рабочим органом в виде изогнутого рычага месильная лопасть в нижнем положении проходит в непосредственной близости от днища дежи, а в верхнем - выходит за плоскость обреза верхней кромки дежи. При этом в начале замеса возможно распыление муки. Перемешивание происходит не на всей траектории движения месильной лопасти, а лишь на 30%, что существенно снижает КПД. Замес происходит при постоянной частоте вращения месильного рычага, поэтому невозможно обеспечить различную интенсивность замеса на отдельных стадиях процесса.

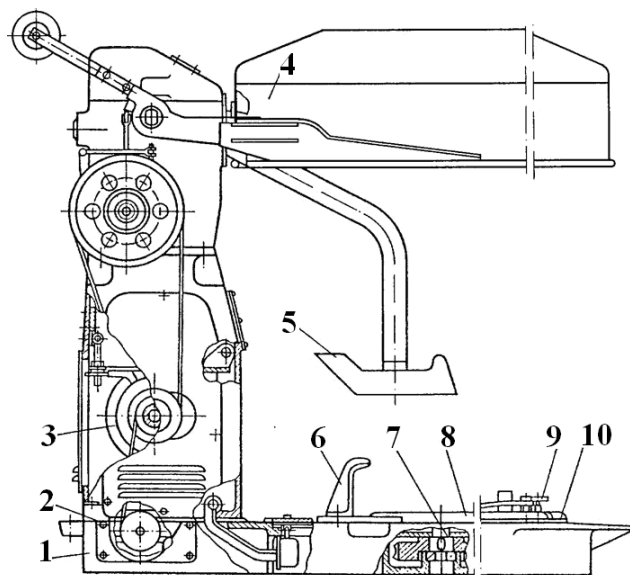


Рис. 11. Тестомесильная машина Т1-ХТ2А с подкатной дежой:

- 1 - плита, 2 - станина, 3 - приводное устройство, 4 - откидная крышка дежи, 5 - месильная лопасть, 6 - упорный кронштейн, 7 - редуктор, 8 - поворотный стол, 9 - фиксатор с педалью, 10 - направляющие для дежи.

### Тестомесильная машина Т2-М-63

Тестомесильная машина Т2-М-63 со стационарной дежой применяется для замеса высоковязких полуфабрикатов (бараночного и сухарного теста).

Машина (рис. 12) состоит из металлической корытообразной емкости 18 объемом  $0,38 \text{ м}^3$ , которая закрыта стационарной крышкой 10. Внутри емкости расположены два месильных лопастных органа 11, укрепленных на двух параллельных валах - переднем 17 и заднем 12, установленных в горизонтальной плоскости. Месильные органы вращаются навстречу друг другу с частотой  $38 \text{ мин}^{-1}$  от электродвигателя 7 через клиноременную передачу и две пары косозубых зубчатых передач.

Подача муки и жидких компонентов для замеса теста производится через горловину 4 и патрубок 3 при вращении месильных органов.

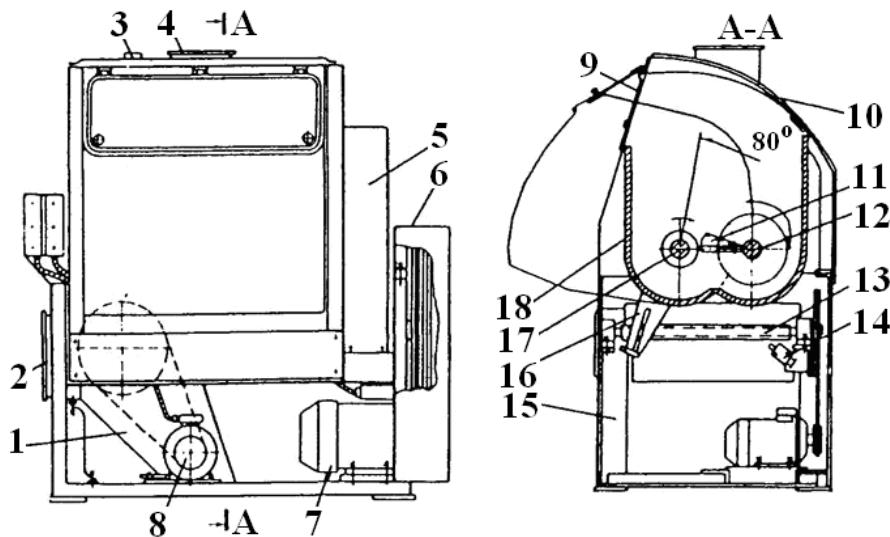


Рис. 12. Тестомесильная машина Т2-М-63 со стационарной дежой:  
1,5,6 - ограждения, 2 - электрошкаф, 3 - патрубок, 4 - горловина, 7 - электродвигатель, 8 - реверсивный электродвигатель, 9 - откидная крышка, 10 - стационарная крышка, 11 - два месильных лопастных органа, 12, 17 - два параллельных вала, 13 - винт, 14 - конечные выключатели, 15 - станина, 16 - рычаг, 18 - корытообразная емкость.

Замес теста производится путем обработки компонентов между вращающимися лопастями и стенками емкости. По окончании замеса емкость поворачивается на угол  $80^\circ$  вокруг оси переднего вала и выходит из-под стационарной крышки 10. Одновременно открывается откидная крышка 9, и тесто выгружается через люк.

Поворот емкости для выгрузки теста осуществляется от реверсивного электродвигателя 8, который через клиноременную передачу вращает винт 13. Этот винт перемещает гайку, которая входит двумя штифтами в продольные пазы рычага 16, укрепленного на днище емкости. В результате рычаг поворачивает емкость для выгрузки теста.

Выключение электродвигателя в крайних положениях емкости осуществляется автоматически с помощью конечных выключателей 14. Месильная емкость и все элементы машины смонтированы на станине 15. Электрооборудование смонтировано в шкафу 2. Элементы привода машины, представляющие опасность для обслуживающего персонала, закрыты ограждениями 1, 5 и 6.

### Тестомесильная машина А2-ХТМ

Тестомесильная машина А2-ХТМ с планетарным движением рабочего органа обеспечивает усиленную механическую обработку теста. При этом подкатная дежа емкостью 140л. в процессе замеса неподвижна.

Машина (рис. 13) состоит из фундаментной плиты 6, станины 1, траверсы 8 с установленными на ней механизмом поворота 7 и приводом 9 месильного органа, крышки 4, месильного органа 5, ограждения 3, поддона 2 и электрооборудования, встроенного в станину.

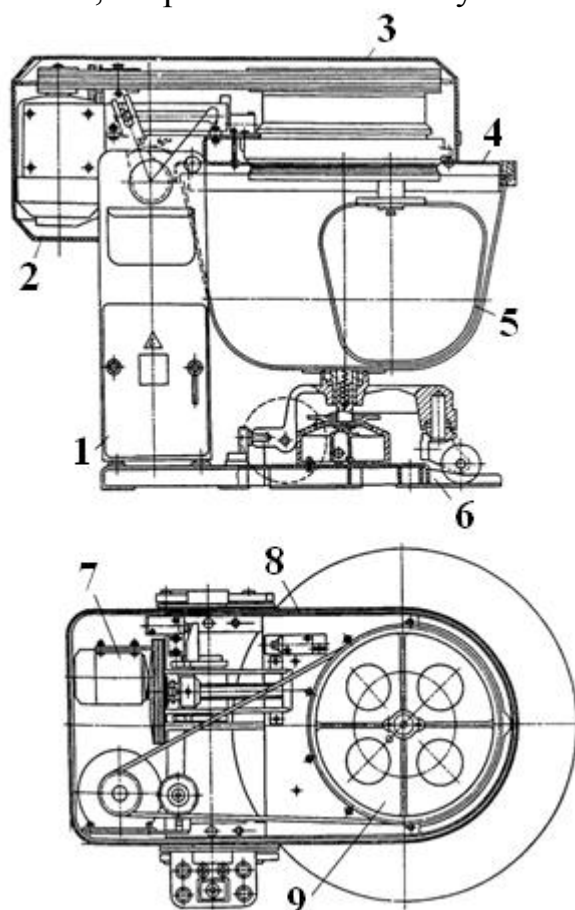


Рис. 13. Тестомесильная машина А2-ХТМ с планетарным движением рабочего органа:

- 1 - станина, 2 - поддон, 3 - ограждение, 4 - крышка, 5 - месильный орган, 6 - фундаментная плита, 7 - механизм поворота траверсы, 8 - траверса, 9-привод месильного органа.

На фундаментной плите расположены направляющие пальцы, отвер-

ствия для установки и фиксации подкатной дежи в рабочем положении, а также электроблокировки фиксации дежи. На фундаментной плите закреплена станина с направляющими, на которые устанавливается выдвижной блок с электрооборудованием.

Траверса 8 шарнирно соединена с неподвижной осью станины 1, что обеспечивает возможность ее поворота на угол  $60^\circ$  относительно неподвижной оси. Механизм поворота траверсы 7 состоит из электродвигателя, клиноременной передачи и винтовой пары. Корпус гайки имеет две оси с сухарями, соприкасающимися с рабочей поверхностью упора стойки. Вращение от электродвигателя посредством клиноременной передачи передается на винт, которое преобразуется во вращательное движение траверсы, так как корпус гайки винтовой пары неподвижен.

Привод 9 месильного органа состоит из электродвигателя, клиноременной передачи и планетарного редуктора. Вращение от электродвигателя посредством клиноременной передачи и планетарного редуктора передается месильному органу. Месильный орган совершает вращательное движение вокруг собственной оси и планетарное - вокруг оси дежи.

Аналогичную конструкцию имеет машина А2-ХТ2-Б для замеса теста в дежах емкостью 330л.

Планетарное движение рабочего органа может использоваться при замесе тестовых полуфабрикатов влажностью от 35% до 54%. Для маловязких полуфабрикатов вместо Ф-образной месильной лопасти применяется спиралевидная конструкция, которая вызывает линии тока, чрезвычайно благоприятные для их перемешивания, поскольку весь объем обрабатываемого материала находится в движении.

### **Тестомесильная машина ХПО-3**

Тестомесильная машина ХПО-3 со стационарной дежой скомпонована в единый агрегат с подъемопрокидывателем.

Машина (рис. 14) состоит из следующих основных узлов: колонны 1, тестомесильного устройства 4, каретки 2, электрооборудования 3, стационарной дежи 5.

Колонна 1 служит в качестве направляющей для каретки 2 при подъеме дежи 5. Внутри колонны смонтирован ходовой винт. Колонна монтируется на основании сварной конструкции, на верхнюю поверхность которой устанавливают электродвигатель привода вращения ходового винта.

Тестомесильное устройство 4 предназначено для двухскоростного замеса теста и представляет собой сварную станину, на которой расположены траверса, приводы вращения рабочего органа и дежи, дежа и ограждение.

Траверса представляет собой сварную коробку, в которой смонтированы подшипниковые опоры вертикального вала, рабочего органа и дежи. На траверсе находится ограничительная поворотная рамка, обеспечиваю-

щая остановку приводов вращения рабочего органа и дежи в случае ее подъема.

Дежа емкостью 360л. выполнена из нержавеющей стали с полированной внутренней поверхностью. Монтируется на вращающемся столе. Каретка 2 представляет собой коробку, которая крепится болтами к сварному корпусу.

На двух боковых щеках корпуса расположены ролики, необходимые для перемещения каретки по направляющим колонны. Внутри корпуса установлена гайка, обеспечивающая вертикальное перемещение тестомесильного устройства по ходовому винту.

Процесс двухскоростного замеса теста осуществляется в ручном и автоматическом режимах работы. Установка времени замеса теста на первую и вторую скорости, пуск машины, выбор высоты подъема и опускания осуществляются вручную, включение второй скорости замеса теста - автоматически.

Пределы влажности замешиваемого теста - 30...45%. В процессе замеса дежа вращается с частотой  $11,5\text{мин}^{-1}$ , а рабочий орган - на первой стадии замеса с частотой  $81,5\text{мин}^{-1}$ , на второй - с частотой  $163\text{мин}^{-1}$ .

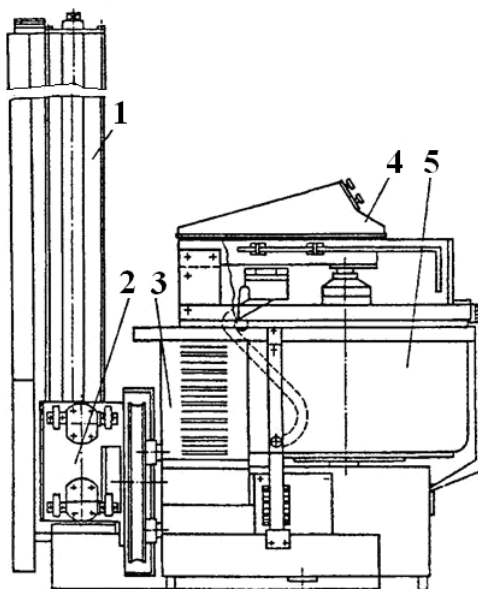


Рис. 14. Тестомесильная машина ХПО-3 со стационарной дежей:  
1 - колонна, 2 - каретка, 3 - электрооборудование, 4 - тестомесильное устройство, 5 - стационарная дежа.

Выгрузка теста осуществляется с пульта управления и заключается в подъеме и опрокидывании тестомесильного устройства, которое поворачивается в одно из четырех положений — на двух уровнях влево и вправо. Угол поворота дежи при выгрузке теста составляет  $90^\circ$ . Скорость подъема и опускания дежи равна 0,2 м/сек.



### Тестомесильная машина Ш2-ХТ2-И

Тестомесильная машина Ш2-ХТ2-И для интенсивного замеса пшеничного и ржано-пшеничного теста (рис. 15) может использоваться в агрегатах для приготовления теста ускоренным способом, а также работать автономно. Машина состоит из стационарной месильной емкости 5 из нержавеющей стали с полуцилиндрическим днищем. Внутри емкости расположен месильный орган из двух крестовин 6, соединенных между собой штангой 7. Каждая из крестовин укреплена на отдельном шлицевом валу 2, который расположен в опорах 3 и поворотных цапфах 4.

Каждая крестовина месильного органа имеет самостоятельный привод и вращается от трехскоростного электродвигателя 9 через клиноременную передачу, цилиндрический редуктор 10 и зубчатую цепную передачу. Натяжение цепи осуществляется с помощью натяжного устройства. Благодаря принятой конфигурации месильного органа, тесто в процессе замеса перемещается по сложной траектории, в результате чего обеспечивается его интенсивная механическая обработка. Над месильной емкостью 5 на кронштейне закреплена неподвижная крышка. Для обеспечения герметизации крышка и месильная емкость имеют совместное лабиринтное уплотнение. В крышке расположены патрубок 8 с шибером для загрузки муки и два штуцера с кранами для подачи в емкость жидких компонентов.

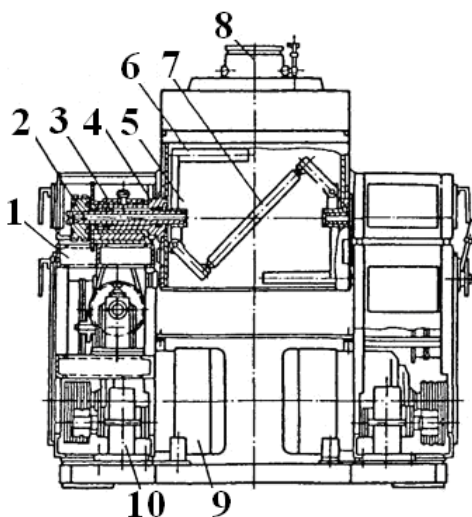


Рис. 15. Машина Ш2-ХТ2-И для интенсивного замеса теста:

1 - станина, 2 - шлицевой вал, 3 - опоры, 4 - поворотные цапфы, 5 - стационарная месильная емкость, 6 - месильный орган из двух крестовин, 7 - штанга, 8 - патрубок с шибером, 9 - электродвигатель, 10 - цилиндрический редуктор.

Подача муки и жидких компонентов в емкость прекращается поворотом шиберов и кранов через систему рычагов. Выгрузка теста по окончании замеса осуществляется путем поворота месильной емкости вокруг горизонтальной оси на угол 120°.

В процессе замеса теста емкость закрепляется в горизонтальном положении фиксатором при помощи рукоятки. Все элементы машины смонтированы на станине 1, состоящей из двух стоек и основания. Управление работой машины осуществляется от отдельно стоящего блока управления, смонтированного в правой стойке станины.

Замес теста в машине осуществляется в трех режимах движения месильного органа по заранее заданной программе в зависимости от хлебопекарных свойств муки. Частота вращения месильного органа соответственно равна 60, 90, 120 мин<sup>-1</sup>. Продолжительность работы на каждой скорости обуславливается свойствами сырья. Суммарное время замеса на трех скоростях варьирует от 2,5 до 3 мин. При необходимости замес может осуществляться в автоматическом режиме на двух скоростях. Необходимое время обработки на соответствующей скорости устанавливается при помощи реле, расположенного на панели пульта управления.

### Тестомесильные машины непрерывного действия

Тестомесильные машины непрерывного действия входят в состав тестоприготовительных агрегатов и имеют стационарную емкость в виде одной или двух рабочих камер с месильными органами разнообразной формы, вращающимися на горизонтальном валу.

#### Тестомесильная машина Х-26Л

Относится к тихоходным машинам и используется в бункерном тестоприготовительном агрегате.

Машина (рис. 16) состоит из станины 7, месильной емкости 6, питателя 1 с ворошителем и сигнализаторами уровня муки 8, барабанного дозатора муки 2, барабанного дозатора муки 2.

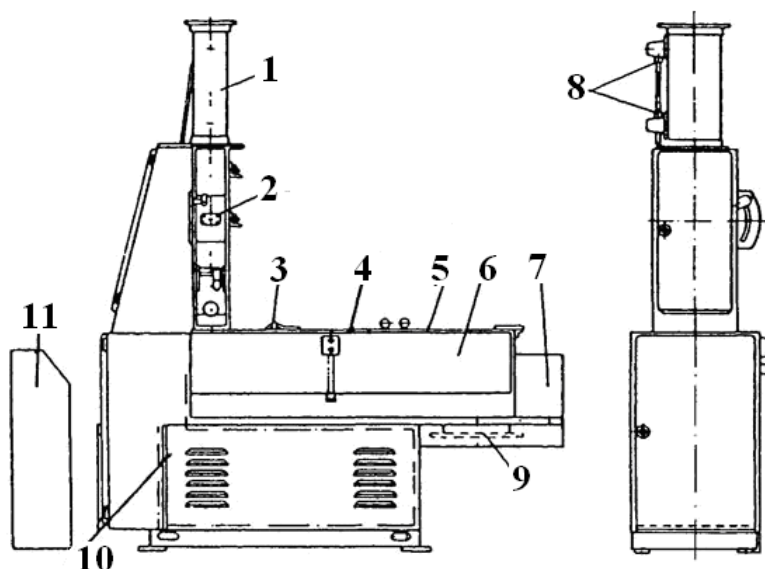


Рис. 16. Тестомесильная машина Х-26А:

1 - питатель с ворошителем, 2 - барабанный дозатор муки, 3 - съемная

крышка, 4, 5 - крышки, 6 - месильная емкость, 7 - станина, 8 - сигнализаторы уровня муки, 9 - отверстие для выгрузки, 10 - ограждения, 11 - пульт управления

Месильная емкость сверху закрыта двумя крышками 4 и 5 из органического стекла. Крышка 4 укреплена на съемной крышке 3, выполненной из нержавеющей стали. В крышке 3 имеются отверстия для подачи жидких компонентов и опары. Замешанная опара или тесто выгружаются через отверстие 9. Электродвигатель и все приводные механизмы закрыты ограждениями 10, в которых имеются двери. Управление работой машины осуществляется с пульта управления 11.

Месильная емкость 11 (рис. 17) имеет корытообразную форму и выполнена из нержавеющей стали. Внутри емкости в выносных подшипниках качения 1 и 9 расположены два параллельных вала 8, на которых укреплены съемные месильные лопасти 10.

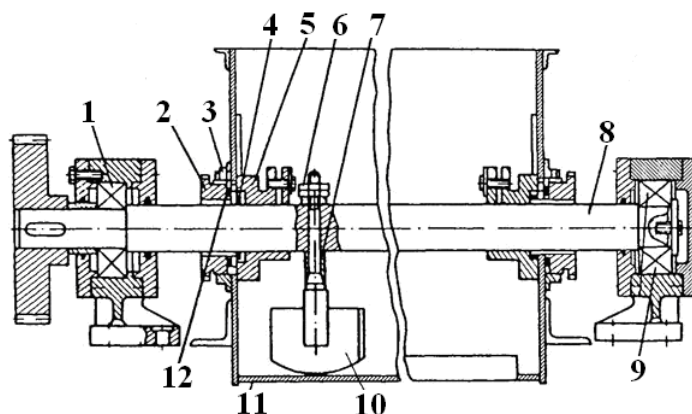


Рис. 17. Тестомесильное устройство:

1, 9 - выносные подшипники качения, 2 - прижимная гайка, 3 - винт, 4 - кольцо, 5 - скребок, 6 - гайка, 7 - втулка, 8 - два параллельных вала, 10 - съемные месильные лопасти, 11 - месильная емкость, 12 - резиновое демпфирующее кольцо.

Каждая лопасть расположена под углом к оси вала. С целью регулирования интенсивности замеса, а также производительности машины угол между осью месильного вала и касательной к поверхности лопасти можно изменять при помощи гаек 6. После установки вручную необходимого угла лопасть фиксируют с помощью втулки 7. Втулка имеет коническое отверстие с одной стороны, совпадающее с криволинейной поверхностью вала. После установки лопасти гайки затягивают.

В торцевых стенках емкости имеются уплотнения. Уплотняющими элементами являются торцевые поверхности скребка 5 и кольца 4, которое поджимается к поверхности скребка прижимной гайкой 2 через резиновое демпфирующее кольцо 12. Прижимная гайка фиксируется винтом 3.

Регулирование количества подаваемой муки осуществляется измене-

нием угла поворота дозирочного барабана. Для контрольного отбора муки в боковой части корпуса машины имеется окно, которое закрывается откидной крышкой.

### Тестомесильная машина Л2-ХТТ

Тестомесильная машина Л2-ХТТ предназначена для замеса опары и теста из пшеничной и ржаной муки в широком диапазоне влажности (33...54%) и обеспечивает усиленную механическую обработку полуфабриката.

Рабочая камера машины (рис. 18) представляет собой корытообразный корпус 8, изготовленный из нержавеющей стали, внутри которого расположен центральный вал 10. На валу соосно закреплены месильные элементы. Первые по ходу движения теста три элемента выполнены в виде винтовых крыльчаток 9 (зона смешивания), остальные четыре — в виде плоских дисков 7 (зона пластифицирования).

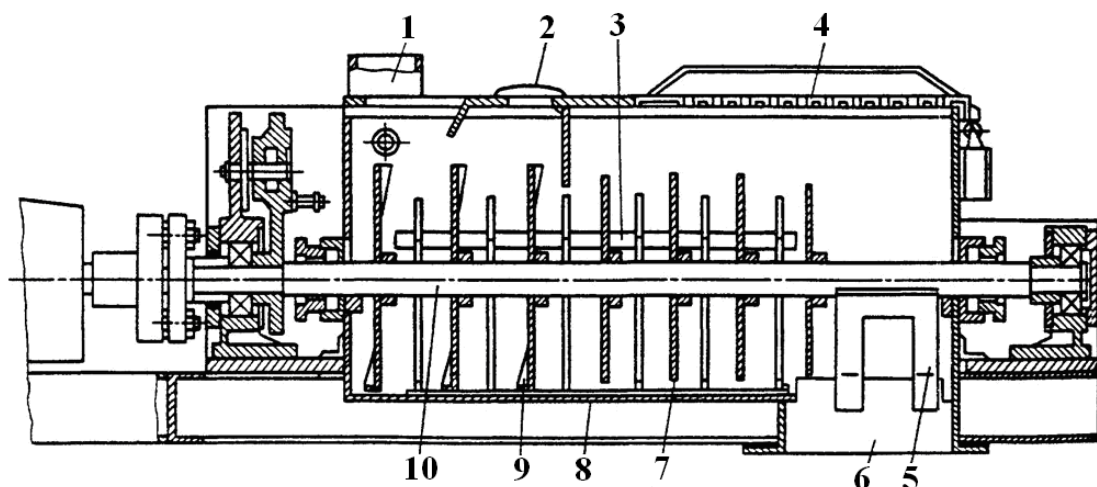


Рис. 18. Тестомесильная машина Л2-ХТТ для усиленной механической обработки полуфабриката:

1 - патрубок, 2 - патрубок, 3 - съемный блок, 4 - перфорированная крышка, 5 - неподвижный скребок, 6 - патрубок, 7 - плоские диски, 8 - корытообразный корпус, 9 - винтовые крыльчатки, 10 - центральный вал.

Съемный блок 3 состоит из шести перегородок - по одной между двумя соседними подвижными элементами. Сверху корпус закрыт перфорированной крышкой 4, позволяющей наблюдать за процессом замеса.

Жидкие компоненты поступают через патрубок 1, структурированные (закваски, заварки) - через патрубок 2. Мука из дозатора направляется в переднюю часть рабочей камеры, где она смешивается винтовыми крыльчатками с жидкими компонентами при одновременном перемещении вдоль вала.

Вращающиеся плоские диски обеспечивают усиленную обработку и

пластификацию массы. Неподвижный скребок 5, установленный между валом и разгрузочным патрубком, способствует ускоренной выгрузке готового теста. Готовое тесто выгружается через патрубок 6.

Для эффективного замеса большое значение имеют скорость и траектория движения месильного органа, количество увлекаемого им теста, форма дежи и физико-механические свойства полуфабриката. Чем меньше теста захватывается месильным органом, тем лучше оно разминается и растягивается, тем лучше и быстрее происходит замес теста. Однако слишком малое количество полуфабриката, увлекаемое месильным органом, также нежелательно. При наличии двух месильных органов обеспечивается более интенсивный замес теста.

### Тестомесильная машина РЗ-ХТО

Тестомесильная машина РЗ-ХТО обеспечивает интенсивный замес теста.

Машина (рис. 19) выполнена в виде двух отдельных рабочих камер 1 и 14, соединенных переходным патрубком 6.

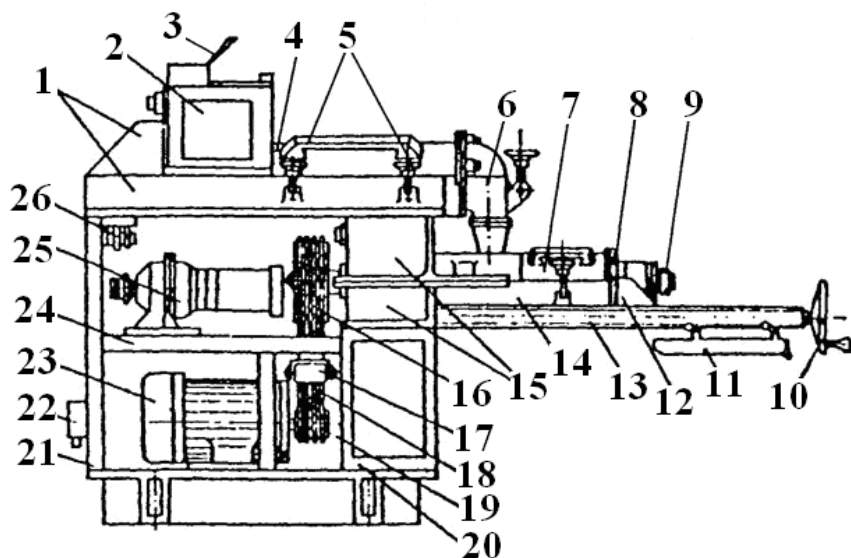


Рис. 19. Тестомесильная машина РЗ-ХТО интенсивного действия:

- 1 - камера предварительного смешивания, 2 - загрузочная воронка, 3 - заслонка, 4 - крышка камеры предварительного смешивания, 5 - винтовые зажимы крышки, 6 - переходной патрубок, 7 - съемная крышка, 8 - фланец месильного органа, 9 - лимбы, 10 - маховик, 11 - лоток, 12 - кронштейн, 13 - неподвижные направляющие, 14 - камера интенсивной обработки, 15 - корпус редуктора, 16 - шкив, 17 - натяжной блок, 18 - клиноременная передача, 19 - шкив, 20 - постамент, 21 - вертикальная стойка, 22 - блок управления, 23 - электропривод, 24 - плита, 25 - электропривод, 26 - звездочка.

Каждая камера имеет рабочие органы, приводимые в движение от

индивидуальных электроприводов 23 и 25 с блоком управления 22.

Мука из дозатора поступает в приемную воронку. Жидкая опара и жидкие компоненты из дозировочной станции попадают в первую камеру, где происходит предварительное смешивание. Камера имеет два параллельных рабочих органа, вращающихся с постоянной скоростью навстречу друг другу.

Под воронкой профиль рабочих органов выполнен в виде объемных шнеков, образующих винтовой насос, который обеспечивает надежный отвод компонентов.

Далее профиль выполнен в виде спиральных шнеков, обеспечивающих предварительное смешивание. Профиль последней части рабочих органов выполнен вновь в виде объемных шнеков. Такой рабочий орган обеспечивает требуемое давление для подачи теста в камеру 14 интенсивной механической обработки на всех режимах работы машины.

Тесто во вторую камеру (пластификатор) попадает из первой камеры через переходной патрубок 6. Пластификатор 14 имеет два параллельных рабочих органа с выступами специального профиля, вращающихся навстречу друг другу. Месильные органы крепятся на валах, получающих вращение от электродвигателя 23 через клиноременную передачу 18 и встроенный двухступенчатый редуктор 15 с цилиндрическими косозубыми шестернями. Один шкив 19 клиноременной передачи крепится на валу электродвигателя, другой 16 - на валу редуктора.

Благодаря специальному профилю рабочих органов достигается интенсивная механическая обработка теста по всему объему камеры.

Камера предварительного смешивания 1 состоит из корпуса, имеющего по горизонтальной плоскости разъем, который разделяет корпус на две части: верхнюю и нижнюю. В корпусе в подшипниках качения установлены месильные валы - правый и левый. Вращение от левого вала правому передается шестернями, находящимися в постоянном зацеплении.

Электропривод 25 камеры предварительного смешивания установлен на плите 24, которая в средней части крепится с одной стороны к вертикальной стойке 21, с другой - к постаменту 20. Вертикальная стойка 21 и корпус редуктора 15 пластификатора являются опорами, к которым крепится камера предварительного смешивания. Натяжение цепной передачи производится звездочкой 26, передвигаемой винтом в направляющих.

Камера предварительного смешивания имеет крышку 4, которая крепится винтовыми зажимами 5. Крышка откидывается на петлях, открывая свободный доступ к рабочим органам и переходному патрубку 6. Для облегчения откидывания крышки петли снабжены устройством, которое компенсирует массу крышки в любом ее положении при открывании. В начальный момент открывания крышка может прилипнуть к корпусу камеры, поэтому винтовые зажимы выполнены таким образом, что при отвинчивании могут быть использованы как винтовые домкраты, поднима-



ющие крышку над стыком.

На корпусе камеры предварительного смешивания установлена загрузочная воронка с заслонкой 3. Воронка имеет боковые стенки в виде дверок на петлях, открывание которых вместе с крышкой обеспечивает удобный доступ к рабочим органам камеры предварительного смешивания по всей их длине, а также санитарную обработку как рабочих органов, так и всего рабочего объема камеры. Уплотнения крышки 4 и дверок выполнены из резины, благодаря чему достигается полная герметичность камеры.

Наличие в загрузочной части машины кроме патрубков для подачи муки и жидких компонентов воронки для загрузки густых компонентов дает возможность перерабатывать в машине куски теста, отбираемые в процессе технологических проверок, а также небольшие массы теста со значительными отклонениями от нормы по консистенции, что случается при ошибочных действиях оператора в момент пуска тестомесильной машины.

Рабочие органы пластификатора получают вращение от электродвигателя через клиноременную передачу 18 и редуктор 15. Натяжение ремней передачи производится натяжным блоком 17, передвигаемым винтовым устройством в направляющих. Головка винта выведена на боковую сторону, что обеспечивает удобный доступ к ней.

Месильные органы, изготовленные из чугунного литья, представляют собой узел, установленный в подшипниках качения фланца 8. Во фланце установлены резиновые сальники, предотвращающие попадание масла в камеру пластификатора и теста - в подшипники. Валы на свободном конце имеют риск, по которой устанавливаются лимбы 9 перед выдвиганием месильных органов для чистки.

Система выдвигания рабочих органов состоит из неподвижных направляющих 13, которые крепятся в камере интенсивной обработки теста. Вращением маховика 10 винтового механизма, установленного во втулке кронштейна 12, по направляющим 13 передвигаются ролики каретки, связанной с фланцем 8. При этом месильные органы могут быть полностью выведены из рабочего объема камеры.

Камера интенсивной обработки имеет съемную крышку 7, закрепленную винтовыми зажимами. При промывке машины вода стекает в лоток 11, находящийся под выдвинутыми рабочими органами камеры интенсивной обработки, а оттуда через патрубок и резиновый шланг отводится в канализацию.

Рабочие органы (роторы) пластификатора имеют постоянный профиль по всей длине, что способствует получению минимального продольного массообмена. В то же время их профиль обеспечивает интенсивный принудительный массообмен в поперечном направлении, интенсивное объемное деформирование обрабатываемой тестовой массы.

Роторы своими выступающими элементами разделяют поперечное сечение рабочего объема пластификатора (рис. 20) на пять зон.

При повороте роторов зоны 1, 2 и 3 не изменяют своей конфигурации, а лишь смещаются относительно неподвижного корпуса пластификатора, перемещая тестовую массу в поперечном направлении. Эти зоны транспортирующие. Зоны 4 и 5 изменяют свою конфигурацию, причем одновременно у зоны 4 площадь поперечного сечения увеличивается, а у зоны 5 - уменьшается. Зона 4 является зоной расширения, а зона 5 - зоной сжатия.

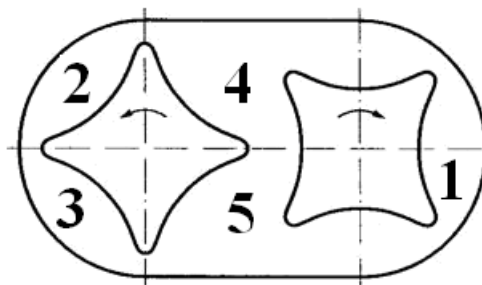


Рис. 20. Поперечное сечение рабочего объема пластификатора

При вращении роторов участки сечения, образовавшие зону расширения, превращаются в транспортирующие зоны, затем в зону сжатия и далее опять в зону расширения, т.е. одни и те же элементы рабочих органов последовательно образуют все зоны.

В транспортирующих зонах кроме сдвига тестовая масса подвергается воздействию центробежных сил, вызываемых вращением рабочих органов, и силы тяжести, направление действия которой относительно профиля зоны изменяется в зависимости от местоположения зоны. Отсутствие симметрии действующих сил приводит к образованию в транспортирующих зонах циркуляционных потоков тестовой массы, способствующих массовому обмену внутри зоны.

В зоне расширения тестовая масса подвергается объемным сдвиговым деформациям, обусловленным изменением конфигурации зоны. При этом также возникают деформации растяжения и в локальных частях зоны - деформация сжатия.

Избыточное давление, развиваемое в зоне сжатия, зависит от суммарной площади зазоров на границах зоны и площади выходного отверстия, частоты вращения рабочих органов и реологических свойств обрабатываемого теста. Поскольку суммарная площадь зазоров циклически изменяется при вращении рабочих органов, давление в зоне сжатия также пульсирует. Однако если роторы выполнены в виде косозубых звездочек с шагом спиральности, равным произведению длины рабочего органа на число выступающих элементов, эти пульсации охватывают небольшую часть длины роторов, перемещаясь вдоль них в такт вращению. Тем самым достигается постоянство крутящего момента в приводе пластификатора. Среднее значение давления в зоне сжатия составляет 0,2...0,3 МПа, что соответствует оптимальному режиму обработки теста из пшеничной муки с



клейковиной среднего качества.

### Тестомесильная машина ФТК-1000

Тестомесильная машина ФТК-1000 предназначена для интенсивного замеса и в отличие от машины РЗ-ХТО представляет собой одновальную конструкцию.

Машина (рис. 21) имеет цилиндрическую камеру 3 сравнительно малого диаметра (200мм), снабженную водоохлаждаемой рубашкой 4. В первой смесительной части камеры рабочим органом является шнек 2, во второй - цилиндрические пальцы 5 и 8. При таком исполнении и объемном заполнении камеры деформационное воздействие на полуфабрикат от вала к стенке усиливается, внутренние слои (у вала) перемещаются по оси значительно быстрее, чем средние, а наружные - медленнее.

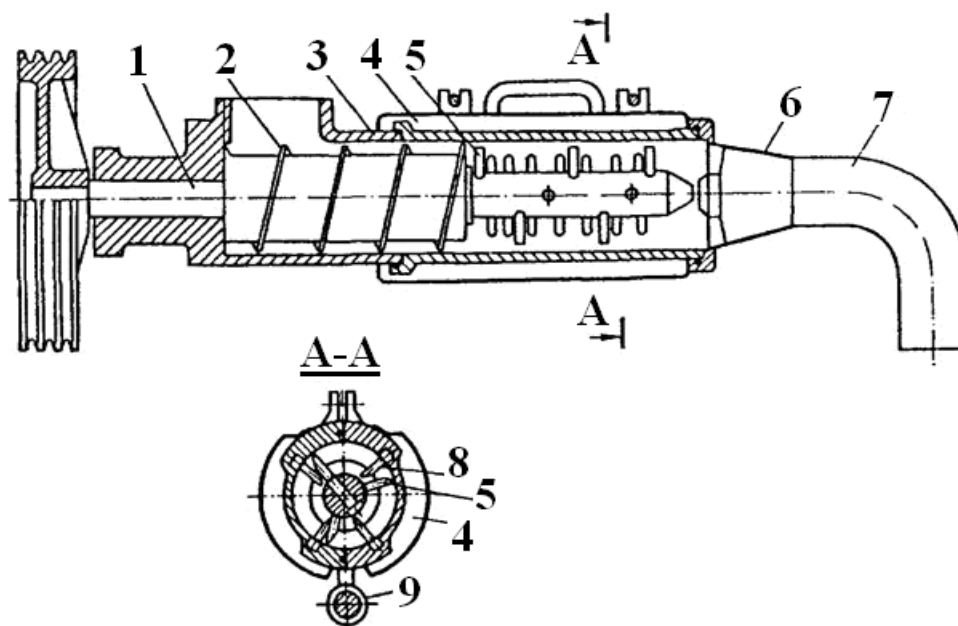


Рис. 21. Одновальная тестомесильная машина ФТК-1000 интенсивного действия:

- 1 - главный вал, 2 - шнек, 3 - цилиндрическая камера, 4 - водоохлаждаемая рубашка, 5 - цилиндрические пальцы, 7 пластифицирующая труба, 8 - цилиндрические пальцы, 9 - шарнир.

Камера легко раскрывается на две половины для очистки, поворачиваясь на шарнире 9. На главном валу 1 закреплены смесительный шнек 2 и насадка с пальцами 5. Месильная камера заканчивается коническим патрубком 6, переходящим в пластифицирующую трубу 7.

Таким образом, процесс пластификации завершается сжатием для окончательной фиксации структуры теста, максимального растворения ди-

оксида углерода, который на выходе из пластификатора даст большее число зародышей.

Машина отличается компактностью и высокой надежностью.

Тестомесильные машины непрерывного действия при определенных условиях могут демпфировать колебания при подаче компонентов и снижать тем самым влияние погрешности дозирования на реологические и технологические свойства тестовых полуфабрикатов.

При работе машин непрерывного действия это свойство проявляется в том, что определенная периодичность в подаче дозирочными станциями компонентов на замес не вызывает аналогичных колебаний влажности теста на выходе.

### **Контрольные вопросы**

1. Классификация тестомесильных машин.
2. Стадии процесса замеса хлебопекарного теста.
3. Конструкция и работа машины ТММ-1М.
4. Конструкция и работа машины Т1-ХТ2А.
5. Конструкция и работа машины Т2-М-63.
6. Конструкция и работа машины А2-ХТМ.
7. Конструкция и работа машины ХПО-3.
8. Конструкция и работа машины Ш2-ХТ2-И.
9. Конструкция и работа машины Х-26А.
10. Конструкция и работа машины Л2-ХТТ.
11. Конструкция и работа машины РЗ-ХТО.
12. Конструкция и работа машины ФТК-1000.

## Практическое занятие 3

### ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

**Цель работы:** Изучение конструкций тестоделительных машин.

#### Назначение и классификация тестоделительных машин

Тестоделительные машины предназначены для получения тестовых заготовок определенной массы, соответствующей с учетом упека и усушки массе вырабатываемых хлебобулочных изделий. Трудности процесса деления теста обусловлены сложностью и специфичностью объекта обработки, который представляет собой полуфабрикат капиллярно-пористой структуры, удерживаемой упругим эластично-вязким клейковинным каркасом. Поры тестовой массы заполнены газом, состоящим из диоксида углерода, паров воды, спирта и других продуктов брожения. Под действием образующегося в процессе брожения газа увеличивается объем теста, уменьшается плотность, меняются структура и свойства составных частей. Выраженная липкость теста существенно затрудняет процесс деления.

Основным качественным показателем работы тестоделительной машины является точность массы кусков теста. От точности работы тестоделительной машины зависит выпуск стандартной продукции, сокращение производственных потерь и обнаружение возможных отклонений в технологических параметрах приготовления тестовых полуфабрикатов.

После деления теста на куски оно подвергается целому ряду технологических операций, сопровождающихся изменением массы. Поэтому по массе готовых изделий трудно установить, на каком этапе технологического цикла произошло сверхнормативное изменение массы. В соответствии с действующими стандартами допустимые отклонения массы отдельных изделий определяются в конце технологического процесса - по остывшему хлебу. Максимальное отклонение массы десяти одновременно взвешенных изделий не должно превышать  $\pm 2,5\%$  номинальной массы, а отклонение одного изделия - не более  $3,0\%$ .

Относительная погрешность массы тестовой заготовки, характеризующая точность работы делителя, не должна превышать для массовых сортов хлеба  $2\%$ , а для мелкоштучных изделий -  $3\%$ .

Масса кусков теста, полученных в процессе деления, должна обеспечивать стандартную массу готовых изделий, установленную действующей нормативной документацией с допустимыми отклонениями. В среднем масса куска теста должна быть на  $10...12\%$  больше массы остывшего изделия, так как в процессе выпечки и хранения масса тестовой заготовки и хлеба уменьшается. Уменьшение массы тестовой заготовки при выпечке (упек) колеблется в пределах  $6...9\%$  от массы заготовки. Уменьшение мас-

сы выпеченного хлеба при остывании и дальнейшем хранении (усушке) составляет 2...4% от массы горячего хлеба.

Тестоделительные машины представляют собой одну из наиболее многочисленных групп оборудования хлебопекарных предприятий, они отличаются, как правило, достаточно сложной конструкцией и разнообразием принципиальных схем.

Существует несколько классификаций тестоделительных машин. Первые классификации были предложены С.И. Артоболевским, М.С. Лившицем, Н.В. Зайцевым и др.

В основу классификации С.И. Артоболевского положены способ нагнетания теста в мерники и характер движения делительной головки.

М.С. Лившиц полагал, что за основу классификации следует принять элементы, наиболее предопределяющие качественные и количественные показатели работы, в качестве названных он указывал нагнетательные устройства и мерники.

Н.В. Зайцев классифицирует тестоделительные машины: по способу отмеривания на три группы (рис. 22):

- отсекающие от выпрессовываемого жгута теста (рис. 22,а),
- делящие тесто на куски мерными карманами (рис. 22,б),
- штампующие или делящие кусок известной массы на определенное число частей (рис. 22,в);

в зависимости от ритма работы – на машины с фиксированным и нефиксированным ритмом.

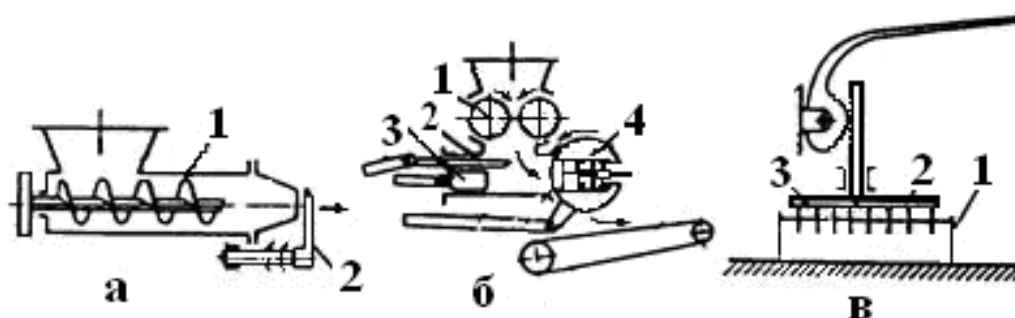


Рис. 22. Схемы тестоделительных машин

По схеме "а" тесто из приемной воронки захватывается одним или двумя шнеками 1 и через мундштук выталкивается наружу в виде жгута, от которого ножом 2 через определенные интервалы отсекаются куски теста необходимого веса. К этой группе относятся делители марок ХДН, ХДР, ХДФ-Р, предназначенные для деления теста из ржаной и пшеничной обойной муки.

Характерной особенностью тестоделителей 2-й группы (схема "б") является наличие в них мерных карманов для отмеривания кусков теста одинакового объема.

Тесто из воронки под действием силы тяжести и питающих валков 1

поступает в камеру делителя. При этом нагнетающий поршень 3 и заслонка 2 находятся в крайнем левом положении. При заполнении тестом рабочей камеры делителя поршень 3 и заслонка 2 начинают одновременное движение вправо, причем заслонка 2, опережая движение поршня 3, прекращает поступление новых порций теста из воронки, а поршень 3 нагнетает тесто в мерный карман делительной головки 4. В мерном кармане находится поршень, который при нагнетании теста перемещается вглубь кармана, сжимая пружину. После заполнения мерного кармана тестом делительная головка 4 поворачивается на угол  $90^\circ$ , а поршень за счет энергии сжатой пружины выталкивает кусок теста из кармана на ленточный транспортер.

К числу тестоделителей этой группы относятся делители марки СД, ХТД и РМК, которые предназначены для деления теста из пшеничной муки высшего и 1-го сортов, а также тестоделители марок ХДФ-М, "Кузбасс", в которых можно делить тесто для выработки формового штучного хлеба из ржаной и пшеничной муки 2-го сорта.

Эти делители обладают повышенной точностью деления теста на куски по сравнению с тестоделителями 1-ой группы.

На схеме "в" показана штампующая тестоделительная машина, в чаше 1 которой заранее взвешенный и уложенный кусок теста разравнивается плитой 2, а затем разрезается ножами 3 на несколько одинаковых мелких по весу и объему кусков.

К этой группе относится делитель марки РДЛ с ручным приводом, который благодаря простоте конструкции и точному делению может быть широко использован в малых пекарнях для деления теста из пшеничной сортовой муки. Делитель предназначен для одновременного получения 32 кусков теста развесом от 50 до 135г. При уменьшении ячеек в ножевой розетке на 16, вес куска может быть увеличен в 2 раза.

В машинах с фиксированным ритмом привод всех рабочих органов осуществляется от жесткой кинематической схемы с определенной периодичностью.

В делителях с нефиксированным ритмом работы механизм, отделяющий кусок от общей массы, не связан с общим приводом машины и включается в действие от импульса, получаемого при заполнении тестом всего объема мерного кармана или при достижении куском теста заданной длины. Несмотря на то, что в этих машинах все операции процесса деления совершаются в определенной последовательности, общий период их цикла работы не постоянен и зависит от подачи теста. Делители с нефиксированным ритмом работы отличаются повышенной точностью, но имеют более сложную конструкцию.

Существуют и другие классификации тестоделительных машин.

Рассмотрим классификацию тестоделительных машин по А.Т. Лисовенко. Для обоснования приводимой классификации тестодели-

телей проанализируем рабочий цикл машины и отдельные операции, затем выделим те из них, которые наиболее существенно влияют на процесс, и укажем взаимосвязь между работой отдельных систем, дадим определение отдельных элементов тестоделительной машины.

За время рабочего цикла в тестоделительной машине совершаются следующие операции:

- заполнение рабочей камеры тестом,
- сжатие теста до рабочего давления,
- перемещение теста по рабочей камере,
- наполнение мерной камеры,
- стабилизация давления,
- выдача отмеренной заготовки,
- возвращение избытка теста в приемную воронку.

В зависимости от принятой схемы указанные операции могут совмещаться, менять свою последовательность либо совсем исключаться. Совокупность указанных операций и составляет рабочий процесс тестоделительной машины.

Для систематизации и анализа рабочих процессов, вывода основных положений общей теории тестоделительных машин необходимо рассмотреть принципиальные схемы тестоделительных машин.

В наименованиях классификационных схем указываются лишь основные характеристики: вид нагнетателя теста, способ стабилизации давления и способ отмеривания дозы.

Нагнетатель обеспечивает подачу и сжатие теста в рабочей камере. Под действием определенного давления тесто заполняет мерные емкости делительной головки либо покидает рабочую камеру. Нагнетатели бывают поршневые, шнековые, валковые, лопастные и комбинированные. Делители с роторным и пневматическим нагнетанием получили ограниченное применение.

Стабилизатор давления - устройство, обеспечивающее постоянство давления в рабочей камере тестоделителя в момент отмеривания дозы. Стабилизация обычно осуществляется в пределах  $\pm 0,3$  Па.

Делительная головка – это устройство, содержащее мерные емкости, которые при заполнении их тестом соединяются с рабочей камерой, а при разгрузке отсоединяются от нее.

Если деление теста на куски осуществляется путем отсекаания ножом выдавливаемой массы через мундштук, то считают, что делитель не имеет делительной головки.

Стабилизирующее влияние на процессы, происходящие в рабочей камере, оказывает величина буферной емкости. Она представляет собой часть рабочей камеры, которая остается заполненной тестом по окончании рабочего цикла. С увеличением буферного объема улучшается механическая обработка теста и обеспечивается точность дозирования. Но чрезмер-

ное его увеличение приводит к увеличению потребления энергии и ухудшению свойств теста.

В принципиальной схеме должны найти отражение только те элементы, которые оказывают влияние на характер процесса. Однотипные схемы объединяют группы делителей. Например, делители с поршневым нагнетателем теста и поворотной, качающейся или совершающей поступательное движение делительной головкой относятся к одной группе - делителям с поршневым нагнетанием и делительной головкой, поскольку способ перемещения последней не влияет на характер рабочего процесса тестоделителя. На характер процесса также не влияют конфигурация нагнетательного поршня и мерной камеры, способ выдавливания теста из мерного кармана делительной головки.

Для облегчения анализа рабочих процессов на схемах указаны характерные объемы:  $V_0$  - рабочей камеры;  $V_1$  - камеры сжатия;  $V_2$  - стабилизации давления;  $V_3$  - буферный объем;  $V_4$  - суммарный объем мерных камер;  $V_5$  - объем теста, возвращаемого в приемную воронку из рабочей камеры.

Рабочая камера представляет собой емкость, в которой совершаются процессы и операции, связанные с разделением теста на заготовки одинаковой массы.

Камера сжатия - это часть рабочей камеры, которую занимает тесто при сжатии его до рабочего давления.

Мерная камера это емкость, в которой производится отмеривание объема кусков теста и выдача их в виде отдельных заготовок.

### Принципиальные схемы основных типов тестоделительных машин

Тестоделительная машина с поршневым нагнетателем (рис. 23) снабжена многокарманной делительной головкой 2, совершающей качательное вращательное с переменной скоростью или возвратно-поступательное движение.

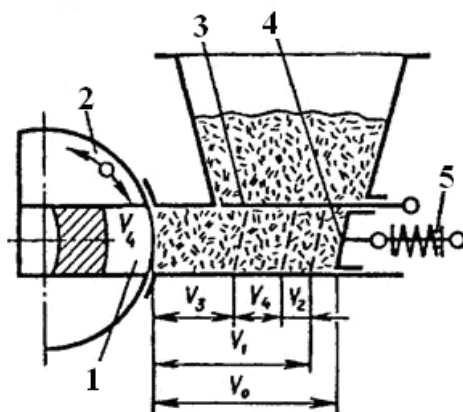


Рис. 23. Тестоделительная машина с поршневым нагнетателем

Поршень 4 прямоугольного сечения вместе с заслонкой 3 движется

возвратно-поступательно и снабжен пружинным демпфером 5 для стабилизации давления в рабочей камере в момент отмеривания дозы.

Выталкивание кусков из мерного кармана 1 на отводящий конвейер производится специальным механизмом, воздействующим на плавающие поршни делительной головки.

Тестоделительная машина с лопастным нагнетателем (рис. 24) имеет вращающуюся делительную головку 2 с двумя карманами 3 и спаренными плавающими поршнями. Выталкивание кусков на отводящий конвейер обеспечивается за счет перемещения поршней под действием нагнетания теста лопастью 5. Выравнивание давления в рабочей камере в момент отделения куска от общей массы полуфабриката осуществляется пружинным стабилизатором 1, установленным на рычаге отсекающей заслонки 4.

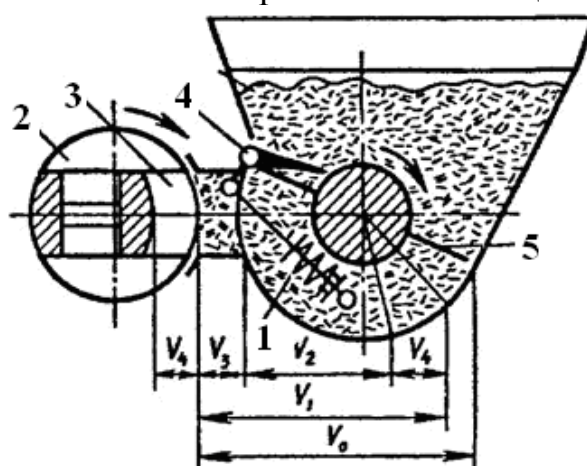


Рис. 24. Тестоделительная машина с лопастным нагнетателем

Тестоделительная машина с валковым нагнетателем (рис. 25) имеет многокарманную делительную головку 4 с принудительным перемещением поршней 2 в фазе выталкивания отмеренных кусков.

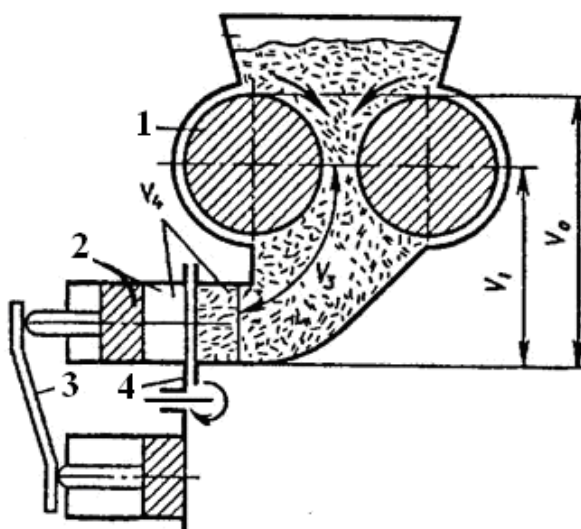


Рис. 25. Тестоделительная машина с валковым нагнетателем



Регулирование массы кусков осуществляется механизмом 3. Валковые нагнетатели обычно используют для пшеничного теста, так как они отличаются сравнительно мягким воздействием на тесто. Давление, создаваемое нагнетателем в рабочей камере, зависит от диаметра валков 1 и зазора между ними. Машины обычно работают без стабилизаторов давления.

При многовалковом нагнетании в делительных машинах наряду с мерными карманами могут использоваться ножевые отсекающие устройства (рис. 26). Нагнетающие валки 1 подают тесто на формирующий барабан 2. Отформованная набором валков и ребордой 3 барабана тестовая лента режется вращающимися пластинчатыми ножами 4.

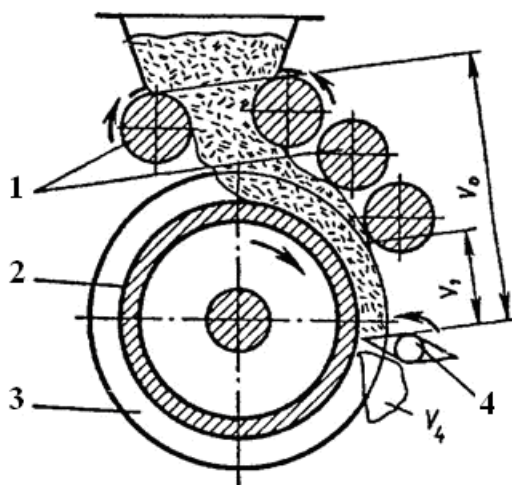


Рис. 26. Тестоделительная машина с многовалковым нагнетателем

Тестоделительная машина со шнековым нагнетателем (рис. 27) имеет поворотную делительную головку 2 и предназначена для деления теста ржаного, ржано-пшеничного и пшеничного из муки II сорта.

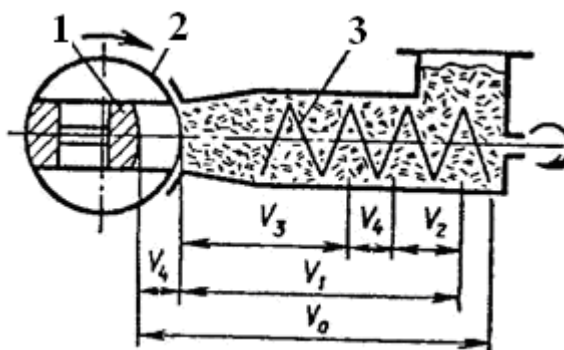


Рис. 27. Тестоделительная машина со шнековым нагнетателем

Нагнетание теста осуществляется с помощью одного или двух шнеков 3, стабилизаторы давления при этом отсутствуют. В машине используются делительные головки барабанного типа со спаренными плавающими поршнями 1, которые перемещаются за счет давления теста.

Шнековое нагнетание используется также в машине с отсекающим

делительным устройством (рис. 28). В отличие от приведенных выше конструкций этот тестоделитель имеет нефиксированный ритм работы.

Разделение теста на куски осуществляется с помощью ножа 2, который периодически включается от ролика 4 и отсекает непрерывно выдавливаемую шнеком 1 через мундштук 3 тестовую заготовку в виде цилиндра. Точность деления у машин этой группы выше, чем у предыдущей; они оказывают на тесто более слабое воздействие и требуют значительно меньшего расхода энергии на привод.

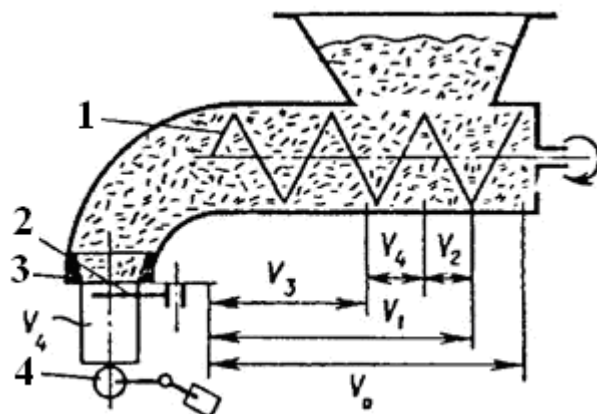


Рис. 28. Тестоделительная машина с шнековым нагнетателем

Ритм выдачи кусков в данной машине зависит от консистенции теста. Более плотное вязкое тесто формируется определенной длины по времени дольше, чем полуфабрикат слабой консистенции. Тем самым делитель компенсирует возможные погрешности массы кусков, происходящие ввиду трудноучитываемых отклонений производственного процесса (в том числе и колебаний свойств исходного сырья).

Тестоделительная машина с комбинированным нагнетателем (рис. 29) снабжена валковым 1 и лопастным 2 нагнетателями.

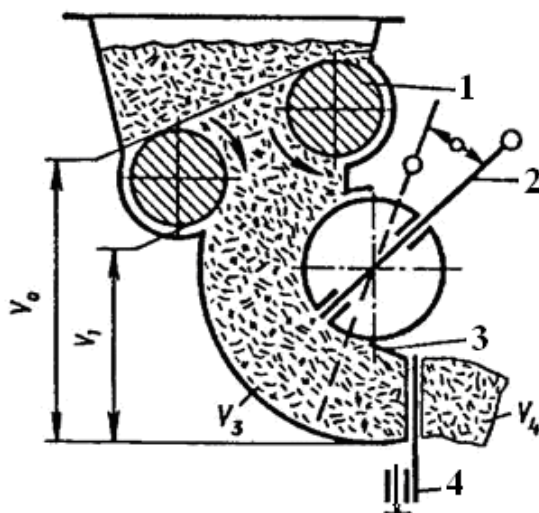


Рис. 29. Тестоделительная машина с комбинированным нагнетателем

Отделение заготовок осуществляется путем отсекаания ножом 4 тестовой заготовки, выпрессовываемой через мундштук 3.

Сочетание комбинированного нагнетания с отсекающим делительным устройством обеспечивает сравнительно мягкое воздействие на тесто, высокую точность деления и малое потребление энергии.

### Тестоделительные машины с поршневым нагнетанием

Тестоделительные машины с поршневым нагнетанием и делительной головкой: СД, ХТД, РМК, А2-ХПО-5, "Мультимат", "Кооператор", "Парта", "Универса" (ФРГ), "Дей", "Идеал" (США) и др. являются самой старой и наиболее распространенной группой. Для этих машин характерно то, что нагнетательный поршень совершает возвратно-поступательное движение, частота которого для хлебного теста ограничена 20 циклами в минуту. Обычно в приводе поршня имеется пружинный или гидравлический демпфер, который выполняет роль стабилизатора давления. Наличие последнего предохраняет машину от перегрузок и способствует повышению точности деления.

Тестоделитель РМК с поршневым нагнетателем и вращательным движением делительной головки представлен на рис. 30.

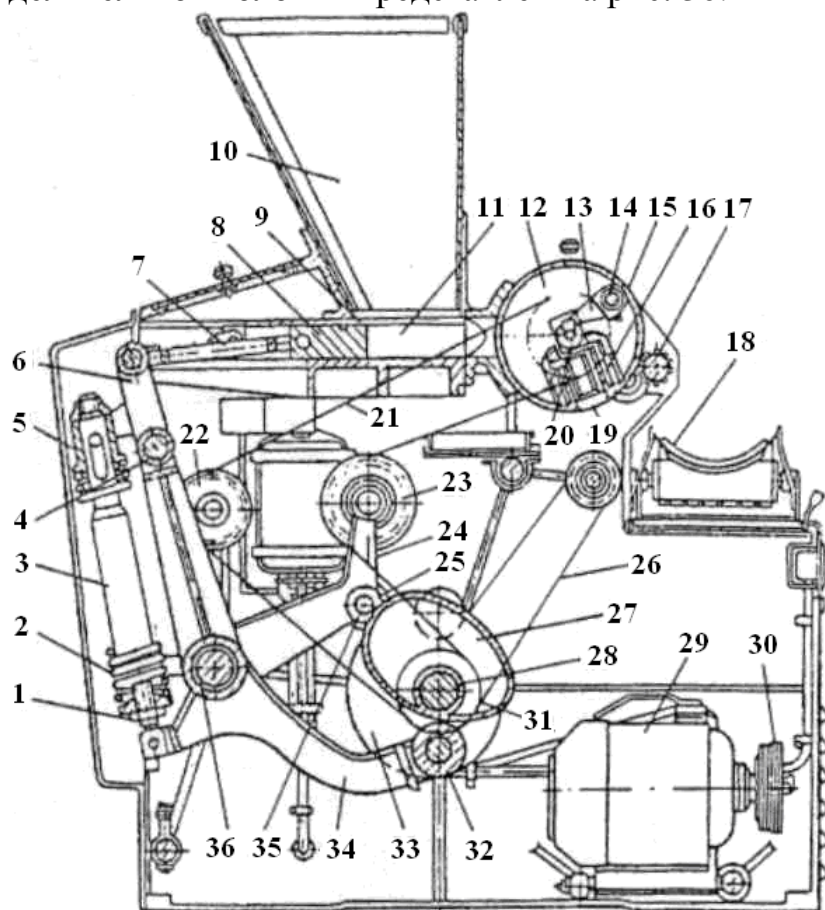


Рис. 30. Тестоделитель РМК. Общий вид

Механизм деления теста представляет собой делительную головку

15 цилиндрической формы с круглыми мерными карманами 19 и поршнями 16, совершающую вращательное движение с переменной скоростью.

Когда заслонка 9 и поршень находятся в крайнем левом положении, тесто из воронки 10 под действием силы тяжести поступает в камеру 11. Затем заслонка и поршень начинают одновременное движение вправо, вытесняя часть теста из тестовой камеры в воронку. Заслонка, опережая движение поршня, отделяет тестовую камеру от воронки. Поршень, продолжая движение, нагнетает тесто в мерные карманы 19 делительной головки, которая в этот период замедляет скорость вращения.

Под давлением теста (рис. 31) поршни 16, перемещаясь вглубь кармана, через ролики 20 отводят рычажки 13, закрепленные на валике 14. Количество рычажков соответствует числу мерных карманов. Снаружи делительной головки на конце этого валика укреплен рычажок 39 с роликом 38, который упирается в профиль 37 рычага 40, установленного на оси 42. Таким образом, поворот валика 14 и, соответственно, перемещение поршней 16 вглубь кармана ограничивается положением профиля 37.

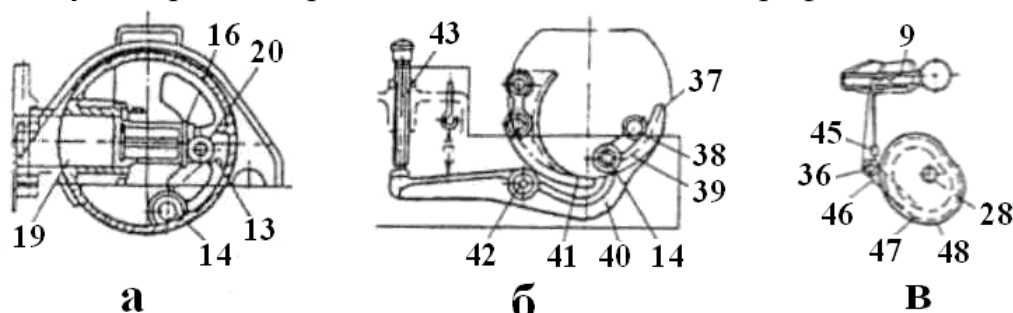


Рис. 31. Тестоделитель РМК:

а - поперечный разрез головки; б - механизм регулирования массы кусков;  
в - привод заслонки;

Регулирование массы кусков теста проводится вращением винта 43, с помощью которого изменяется положение профиля 37. После заполнения мерных карманов тестом и при дальнейшем повороте делительной головки ролик 38 накатывается на неподвижный кулачок 41, в результате чего рычажок 39 поворачивает валик 14 в обратном направлении. Валик через рычажки 13 роликами 20 оказывает давление на поршни 16, которые выталкивают тесто из мерных карманов.

При этом рифленый валик 17 отбрасывает куски теста на ленточный транспортер 18, на который подается мука из мукопосыпателя. При каждом обороте делительной головки цикл деления повторяется, как было описано выше.

Машина приводится в движение от электродвигателя 29, который через клиноременную передачу 30 и червячную пару приводит во вращение главный вал 28. От этого вала приводятся в движение все рабочие органы машины.

Нагнетательный поршень 8 (рис. 32) приводится в движение от кула-

ка 27, который закреплен на главном валу. При вращении кулак, оказывая давление на ролик 32, поворачивает двуплечий рычаг 34, который через тягу 7 перемещает поршень 8 для нагнетания. Движение поршня в обратном направлении осуществляет рычаг 46 который, перемещая заслонку, одновременно через упорный винт 44 приливом 45 отводит двуплечий рычаг 34. Рычаг 34 свободно посажен на ось 36 и состоит из двух частей, соединенных шарниром 4.

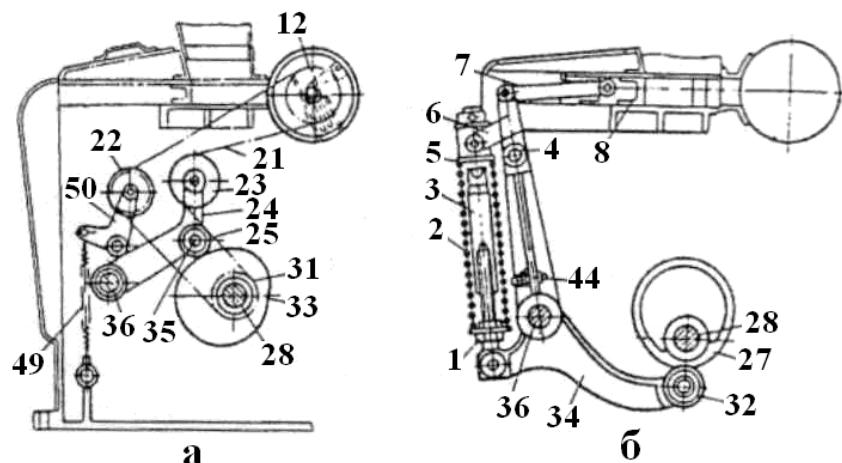


Рис. 32. Тестоделитель РМК:

а - привод делительной головки; б - привод нагнетательного поршня

Верхняя часть рычага 6 отроостком шарнирно соединена с обоймой 5, которая имеет тарельчатый фланец и свободно надета на скалку 3. Последняя шарнирно соединена через винт с пяткой рычага 34. На винт скалки посажена регулировочная гайка 1 с шайбой. Между тарельчатым фланцем обоймы и шайбой установлена пружина 2, стабилизирующая давление при уплотнении массы теста и нагнетании его в мерные карманы. Одновременно пружина предохраняет детали от поломки при перегрузке в тестовой камере. Регулирование давления осуществляется изменением предварительного сжатия пружины путем вращения гайки 1. С помощью пружины величину давления в тестовой камере можно регулировать в пределах 0,1...0,5 МПа.

Заслонка приводится в движение от пазового кулака 48, который укреплен на главном валу. В паз кулака вставлен ролик 47, закрепленный на пальце рычага 46, который свободно посажен на ось 36. При вращении кулака рычаг, качаясь на оси 36, приводит в возвратно-поступательное движение заслонку 9.

Делительная головка имеет переменную скорость вращения и приводится в движение с помощью цепной передачи 21 от звездочки 31, укрепленной на главном валу. При вращении кулака 33 рычаг 24 со звездочкой 23 через ролик 25, вращающийся на оси 35, совершает колебательное движение. При повороте этого рычага относительно оси 36 по часовой стрелке участок цепи между звездочками 12, 23 и 31 укорачивается. В результате



натяжная звездочка 22 под действием пружины 49 рычагом 50 отклоняется влево и удлиняет участок цепи между звездочками 12, 22, 31. Таким образом, при уменьшении длины цепи на участке звездочек 12, 23 и 31 скорость вращения делительной головки замедляется, а при удлинении - увеличивается. Замедление скорости вращения делительной головки связано с наполнением мерных карманов тестом.

Рифленый валик 17 получает вращение от вала делительной головки через зубчатую передачу. Приемный транспортер 18 приводится в движение от главного вала через цепную передачу 26 и конические шестерни.

**Тестоделитель А2-ХПО-5** с поршневым нагнетателем и делительной головкой представлен на рис. 33.

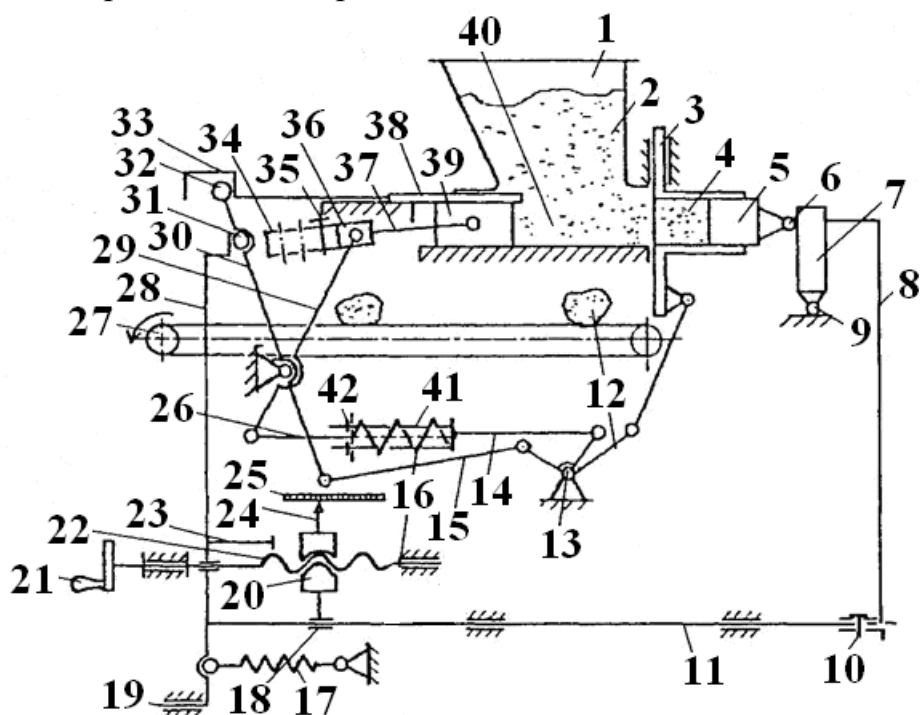


Рис. 33. Тестоделитель А2-ХПО-5 с поршневым нагнетателем и делительной головкой

Машина работает следующим образом. Тесто 2 поступает в приемную воронку 1, а затем 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 камеры перемещается в мерный карман и сдвигает дозирующий 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, дозирова-

ный поршень выталкивает кусок теста 12 из мерного кармана на непрерывно движущийся ленточный конвейер 27.

Для установки необходимой массы куска теста служит 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 коснется неподвижной гайки 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 скольжения 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 30 и скобу 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. Регулирование поджатой 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, что достигается перестановкой пальца 35 в разные отверстия кулисы 34. При изменении хода поршня изменяется количество теста, заполняющего камеру нагнетания а, следовательно, изменяется степень сжатия и величина давления на тесто, оказываемого в конце процесса нагнетания.

Для чистки кармана делительной головки вынимают палец 10, после чего рычаг 8 вместе с опорой 7 снимают со штанги 11 и вынимают дозировочный поршень 5.

Недостатком тестоделителей с поршневым нагнетателем является то,

что большинство машин имеет поворотную головку с несколькими мерными карманами, при этом наблюдается значительное образование отходов теста, которое выдавливается через щели между подвижными элементами делительной головки, поршня и заслонки. В таких тестоделительных машинах имеется много кулачковых и рычажных механизмов, что снижает их долговечность и надежность. Очень неудобной является очистка рабочей камеры и делительной головки при остановках на длительное время (более 2 часов).

### Тестоделительные машины с лопастным нагнетателем

Тестоделительные машины с лопастным нагнетанием отличаются высокой универсальностью: они могут перерабатывать пшеничное и ржаное тесто всех сортов.

В тестоделителе А2-ХТН-2 с лопастным нагнетателем деление теста осуществляется непрерывно вращающейся делительной головкой 6 (рис. 34), расположенной в полусферическом козырьке 15.

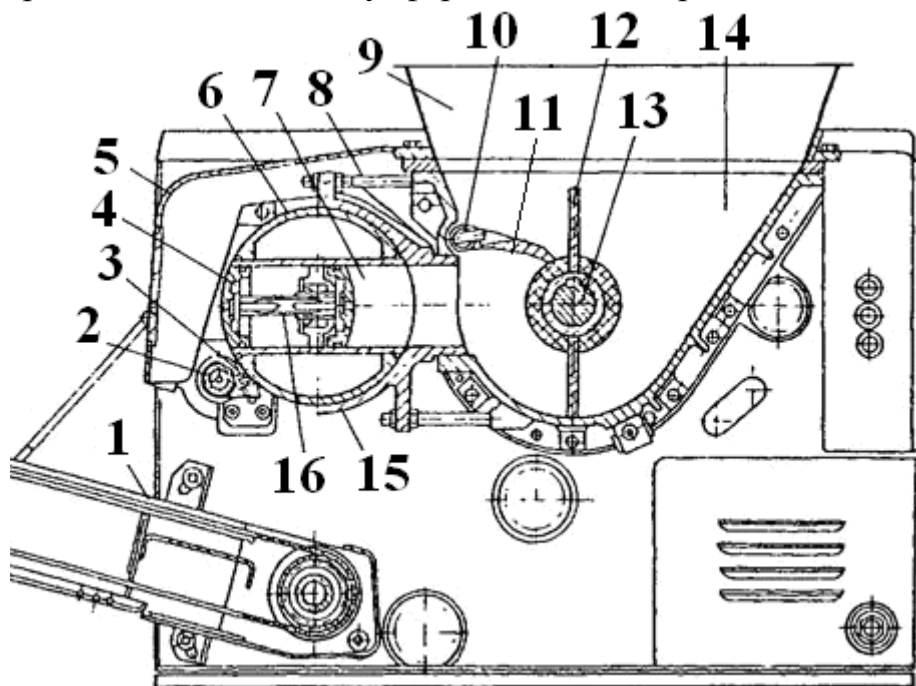


Рис. 34. Тестоделитель А2-ХТН-2

В головке находится мерный карман 7, в который вставлен двусторонний поршень 4. Тесто из бункера 9 поступает в тестовую камеру 14, где оно захватывается непрерывно вращающейся лопастью 12, укрепленной на валу 13, и нагнетается в мерный карман. При этом заслонка 11 сначала открыта и содержащиеся в тесте газы выталкиваются в бункер. Затем заслонка, поворачиваясь по часовой стрелке, закрывается. При достижении в камере необходимого давления, тесто проталкивается лопастью в мерный карман, когда он находится напротив тестовой камеры. При этом избыток



теста, приоткрывая заслонку 11, возвращается в тестовой бункер, что исключает перегрузку делителя. Открытие заслонки при дросселировании осуществляется благодаря растяжению пружины 10, 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 изменению общей длины поршня. Полусферический козырек 15 крепится к корпусу тестовой камеры шпильками 8, а весь делительный механизм машины закрыт щитком 5.

Делительная головка (рис. 35) состоит из корпуса 13, в который на направляющих винтах 1 запрессована гильза 2.

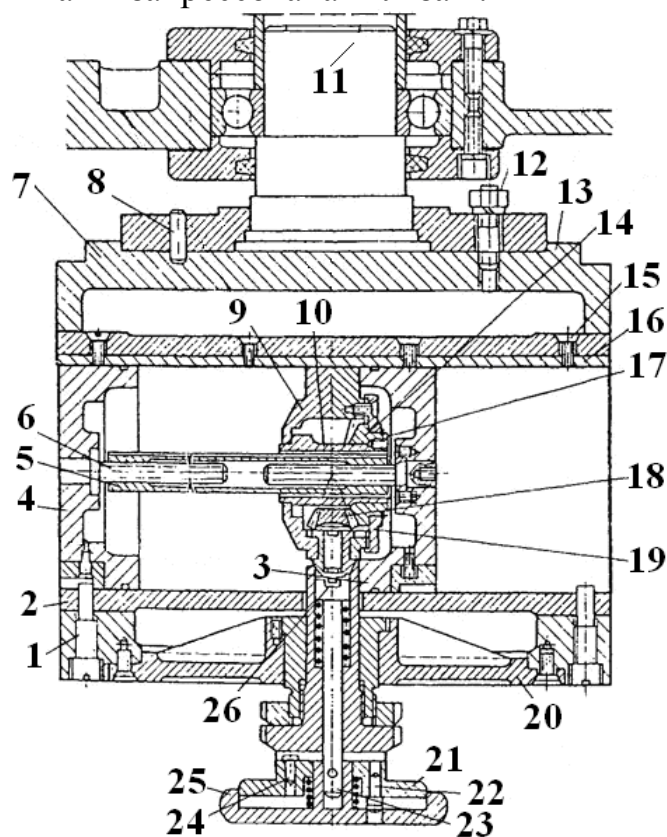


Рис. 35. Делительная головка

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 винты 6 перемещаются вместе 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 укреплен сегментная вставка 16. Делительная головка с помощью шпилек 12 крепится к фланцу 7, а последний - к валу 11. Для нормальной установки головки согласно циклограмме служит штифт 8.

При делении теста на заготовки массой 1кг зазор между концом заслонки и ступицей должен быть 6...8мм. 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.

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

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

Для нормальной эксплуатации тестоделительных машин необходимо:

- равномерно подавать тесто в приемную воронку и поддерживать в приемной воронке наивысший уровень теста;
- во время работы машины периодически проверять точность деления кусков теста с соответствующей регулировкой массы; до получения точной массы первые 4...6 кусков следует возвратить в приемную воронку машины;
- очищать от теста и смазывать чистым высококачественным вазелиновым или растительным маслом не менее одного раза в смену рабочие органы машины (шнек, нагнетательный поршень, заслонку, барабан, мерные карманы и их поршни);
- по окончании работы промывать горячей водой все части машины, соприкасающиеся с тестом; обметать, протирать и очищать от засохшего теста станину машины;
- не допускать частых остановок делителя и длительных ритмов переработки порции теста, так как при этом в тесте продолжается спиртовое

брожение, плотность его уменьшается, а точность деления снижается.

Другой разновидностью тестоделителей с лопастным нагнетанием являются тестоделительные машины **с лопастным нагнетателем в виде качающейся лопасти** и дополнительно валкового питателя без делительной головки, которые отделение заготовок осуществляют путем отсекаания ножом тестовой массы, выпрессовываемой через мундштук. К этим машинам относятся тестоделительные машины "Дива", "Ультимат" (ФРГ), "Со-ча" (Югославия), S-70 (Венгрия) и др. Для машин этой группы характерны сравнительное мягкое воздействие на тесто, низкое давление в рабочей камере, высокая точность деления и малое потребление энергии. Однако их конструкция сложная, имеет большое количество передач и рычажных быстроизнашивающихся механизмов.

Эти тестоделители выпускаются в ФРГ фирмой "Вернер унд Пфляйдерер". Аналогичные машины производят в бывшей Югославии ("Со-ча"), Венгрии (S-70) и других странах. Они отличаются современным внешним оформлением, легкостью и удобством управления отдельными механизмами и принципиально новым типом нагнетателя с достаточно высокой точностью деления. Благодаря применению ряда прогрессивных конструктивных решений машины имеют сравнительно малую массу (800 кг), что позволило установить их на четырех роликах и облегчить перемещение внутри цеха.

### **Тестоделители с валковым нагнетанием**

**Тестоделитель РТ-2** с валковым нагнетанием предназначен для выработки батанообразных изделий массой от 0,1 до 1,1 кг. Тестоделительная машина РТ-2 (рис. 36) состоит из приемной воронки 1 и двух рифленых нагнетательных валиков 2 разного диаметра, вращающихся с постоянной скоростью. Рабочая камера 3 с помощью горловины 4 примыкает к делительной головке 5, в которой имеются четыре мерные камеры 6. Мерная камера представляет собой цилиндрическую бронзовую гильзу 7, внутри которой расположен плавающий поршень 8 с опорным роликом 9. Делительная головка вращается равномерно. С фронтальной ее стороны расположены валик 10, облегчающий отделение тестовых заготовок от делительного барабана, и ленточный транспортер 11 для отвода заготовок. Передняя часть транспортера опирается на штангу 13 с винтовым регулятором высоты подъема 12. Благодаря последнему удобно производить компоновку делителя с любым видом технологического оборудования в зависимости от технологической схемы производства и ассортимента вырабатываемых изделий.

Станина машины состоит из двух сварных рам: нижней 15 и верхней 14. В нижней раме размещен приводной электродвигатель 17 и редуктор 16. В верхней раме размещен главный вал машины 18, делительная голов-

ка 5 с механизмом регулирования массы 19 и транспортер тестовых заготовок.

В этой машине заслуживает внимания устройство делительной головки и механизма регулирования массы заготовок (объема мерного кармана).

Отличительной особенностью этой делительной головки является механизм регулирования массы заготовок (объема мерного кармана), позволяющий вести этот процесс плавно в достаточно больших пределах (от 0,2 до 1,1 кг), а также наличие четырех мерных карманов, отмеряющих четыре заготовки за один оборот барабана, что позволяет обеспечить достаточно большую производительность при сравнительно небольшой скорости вращения делительной головки.

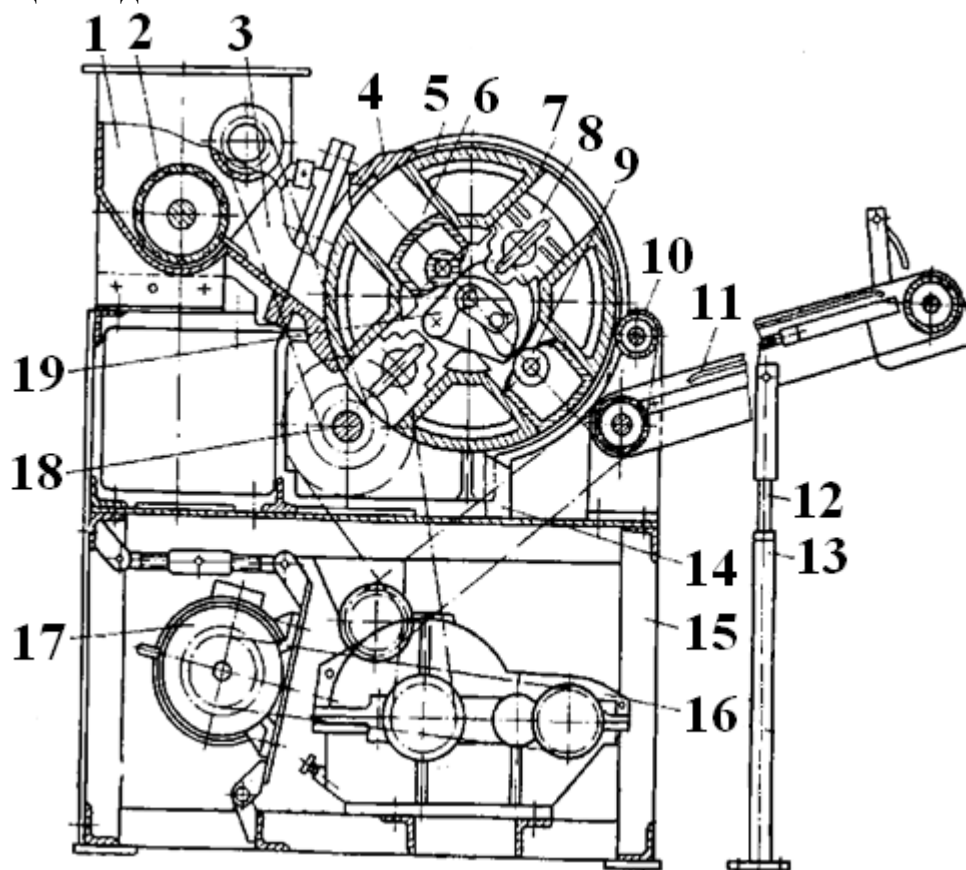


Рис. 36. Тестоделитель РТ-2 с валковым нагнетателем

Работает тестоделитель РТ-2 следующим образом. Тесто из приемной воронки непрерывно захватывается питательными валиками и подается в рабочую камеру, где создается избыточное давление от 0,03МПа до 0,12МПа. Под этим давлением тесто поступает в мерную камеру и перемещает мерный поршень к центру барабана до тех пор, пока опорный ролик не коснется кулака. В процессе заполнения мерного кармана тестом происходит его перемещение по окружности и отключение от рабочей камеры, после чего ролик накатывается на выталкивающий кулак и, перекатываясь по его поверхности, перемещает поршень от центра к наружной

поверхности барабана. При этом происходит выталкивание отмеренной тестовой заготовки из мерного объема на ленту транспортера.

Существенными достоинствами этого делителя являются относительная простота конструкции, надежность его механизмов и возможность выполнять регулирование массы тестовых заготовок на ходу без остановки машины.

Существенным недостатком является отсутствие регулирования подачи теста валковым нагнетателем при изменении массы тестовых заготовок.

При реконструкции следует обратить значительное влияние на снижение массы делительной головки и облегчение ее привода. Здесь перспективным следует считать применение более легковесных сплавов с защитными покрытиями. При реконструкции следует также предусмотреть облегчение разборки и очистки от теста питательных валиков, а также надежную систему смазки под давлением наиболее нагруженных опор и пр.

Пример многовалкового нагнетания или валкового с прокатывающим устройством - делительно-округлительный агрегат А2-ХЛ1-С9, предназначенный для деления и округления тестовых заготовок массой 0,05 - 0,23кг из пшеничной муки высшего, I и II сортов при выработке мелкоштучных изделий. Агрегат состоит из делительной и округлительной машин, каждая из которых имеет индивидуальный привод.

**Агрегат А2-ХЛ1-С9** состоит из делителя с валковым нагнетателем и конусного тестеоокруглителя. Предназначен для разделки тестовых заготовок из пшеничного теста. Применяется при выработке мелкоштучных булочных изделий массой 0,05 - 0,23кг. Агрегат (рис. 37) состоит из приемной воронки 1 с легкоъемной дверкой 2, двух питательных валиков 3 большого диаметра и двух валиков 4 меньшего диаметра, расположенных по дуге возле делительного барабана 5. Возле переднего валика 3 установлен нож 17 для зачистки от теста. В делительном барабане имеется четыре радиальных окна, в которые запрессованы гильзы 6, образующие вместе с плавающим поршнем 16 мерные камеры.

В каждом ряду поршни соединены по два планкой 7, а планки - регулировочным винтом 15, что позволяет изменить объем мерных камер с помощью специального механизма.

Делительная головка крепится к станине 8, внутри которой размещены приводной электродвигатель 12 с клиноременным вариатором 10, редуктор 11 и главный вал 9.

Привод делительного барабана осуществляется от главного вала с помощью цепной передачи, а привод питательных валиков - с помощью регулируемого эксцентрика и обгонной муфты. Между собой питательные валики соединены системой промежуточных шестерен (см. кинематическую схему на рис. 38).

Конический округлитель 14 имеет отдельный привод 13 и ничем, кроме размеров, не отличается от типового округлителя Т1-ХТН.

Делительная головка снабжена регулятором массы заготовки, работающим без остановки машины. Работает агрегат следующим образом.

Тесто самотеком заполняет тестовую воронку и с помощью питательных валиков 3 нагнетается в рабочую камеру, которая образуется поверхностью делительного барабана 5 на дуге  $115^\circ$  и половиной боковой поверхности питательных валиков. Под нижним валиком имеется нож, с помощью которого регулируется возврат теста из рабочей камеры в приемную воронку.

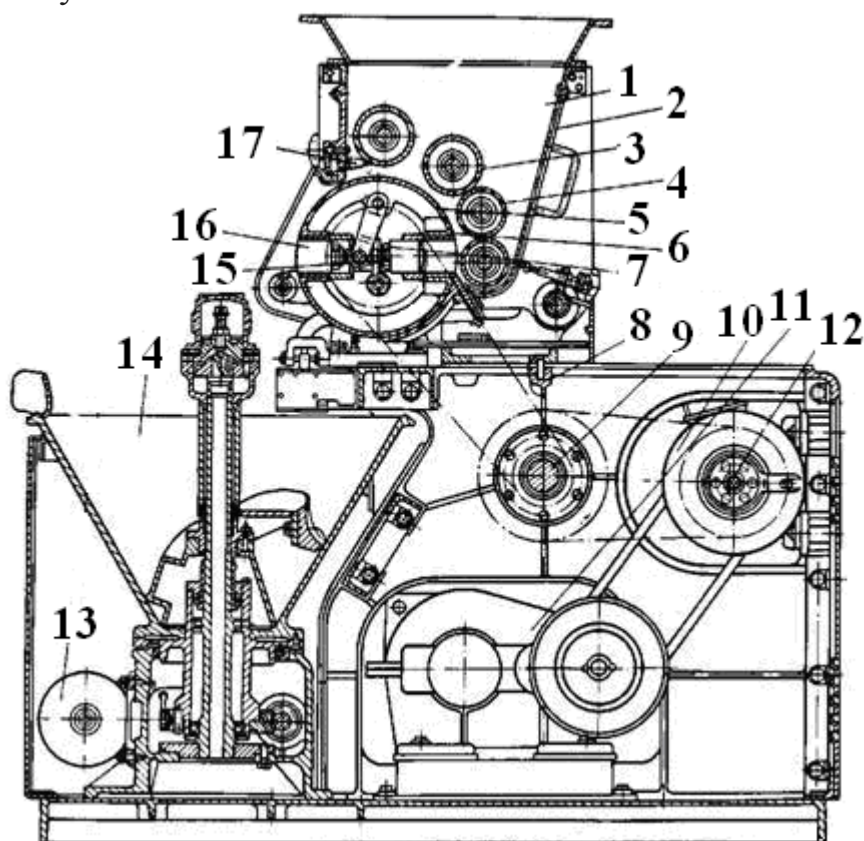


Рис. 37. Делительно-округлительный агрегат А2-ХЛ1-С9

Делительный барабан 5 вращается непрерывно, и, когда мерные карманы соединяются с пространством рабочей камеры, поршни с помощью копира перемещаются влево, а освободившееся пространство мерного объема заполняется тестом. При дальнейшем перемещении заполненные тестом камеры выходят из зоны рабочей камеры. Затем тестовые заготовки выталкиваются поршнями и падают в округлитель. После обработки заготовки в округлителе она приобретает форму шара и выводится из машины по лотку.

В противоположно расположенных мерных камерах процесс заполнения тестом одной камеры происходит одновременно с выталкиванием заготовки из другой камеры.

К достоинствам тестоделителя следует отнести сравнительную компактность и простоту устройства, а также применение механического перемещения поршня в мерном цилиндре, что облегчает заполнение его тестом.

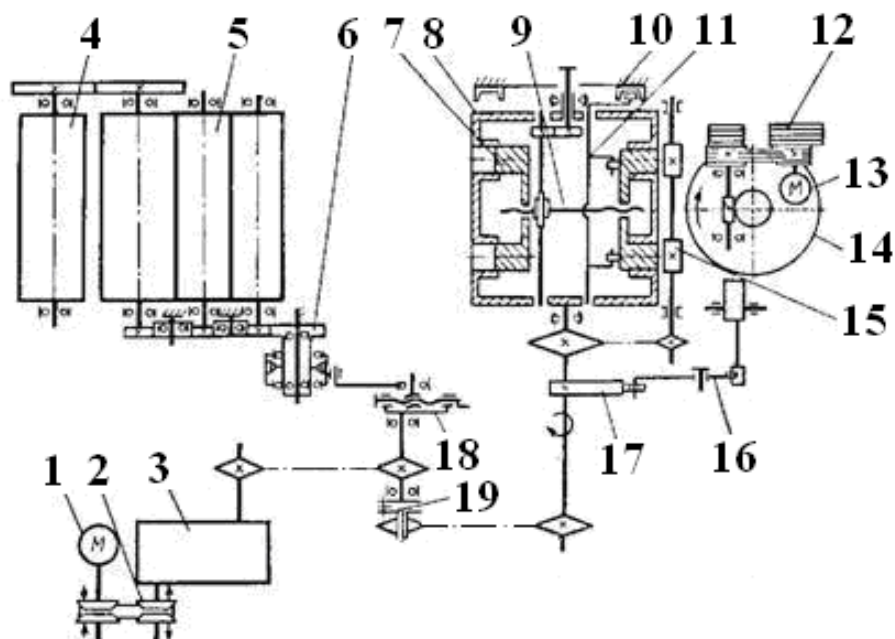


Рис. 38. Кинематическая схема делительно-округлительного агрегата А2-ХЛ1-С9:

1 - электродвигатель делителя, 2 - вариатор, 3 - редуктор, 4, 5 - нагнетательные валки, 6 - обгонная муфта, 7 - мерный поршень; 8 - делительная головка, 9 - регулирующий винт, 10 - копир, 11 - вал, 12 - двухступенчатые шкивы, 13 - электродвигатель округлителя, 14 - округлитель, 15 - сбрасывающий валик, 16 - толкатель, 17 - кулак, 18 - кривошипно-шатунный механизм, 19 - предохранительная муфта

К недостаткам конструкции делителя относится излишнее количество нагнетательных валков, половина поверхности которых обращена в рабочую камеру и совершает полезную работу, а другая половина, обращенная к приемной воронке, не совершает такой работы. Последняя является основной причиной завышенного потребления энергии на привод машины. Очевидно, система нагнетания теста с помощью двух питательных валков с отдельным регулируемым приводом по сравнению с существующей четырехвалковой позволила бы на этом агрегате уменьшить потребление энергии на привод, улучшить качество тестовых заготовок, упростить привод, значительно облегчить машину и повысить ее долговечность.

Основными недостатками валковых нагнетателей являются неудобство регулирования изменения подачи теста, а также отсутствие стабилизатора давления в рабочей камере делителя. Однако делители с валковым



нагнетанием имеют и существенные достоинства: сравнительная простота конструкции, надежность в работе и щадящее воздействие на структуру теста.

### **Тестоделительные машины со шнековым нагнетанием**

Эти машины предназначены в основном для деления ржаного и ржано-пшеничного теста на заготовки большой массы. Они отличаются сравнительной простотой устройства и интенсивным механическим воздействием, которое для ржаного теста оказывает положительное влияние на процесс расстойки. Для теста из пшеничной сортовой муки такое воздействие нежелательно. Весьма неудобной является очистка шнеков от теста при длительных остановках. У большинства машин после очистки в рабочей камере остается много теста, которое перекисает, портится и очень интенсивно реагирует с чугунным корпусом рабочей камеры. При этом не исключена возможность попадания в изделие продуктов окисления металла и пр.

**Тестоделитель со шнековым нагнетателем типа "Кузбасс"** предназначен для деления теста из ржаной, ржано-пшеничной и пшеничной обойной муки. Тесто из воронки 5 (рис. 39) шнеком 8 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 8. 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 7. Для предупреждения попадания посторонних предметов в делитель и выравнивания давления по поперечному сечению отвода 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.

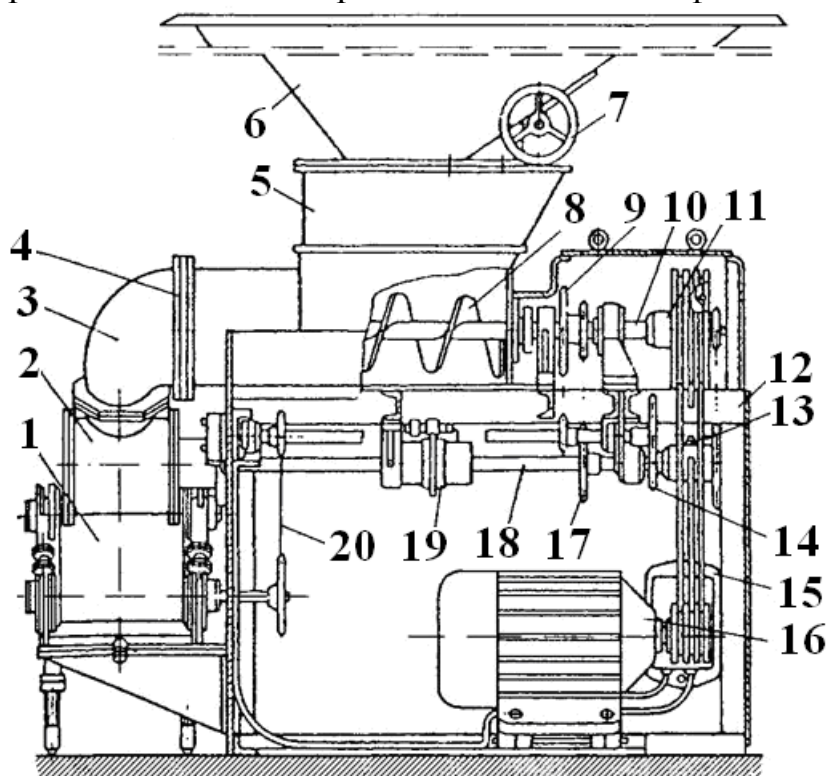


Рис. 39. Тестоделитель со шнековым нагнетателем типа "Кузбасс"

Тестоделители со шнековым нагнетанием отличаются простотой 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

В группу тестоделительных машин со шнековым нагнетателем и поворотной делительной головкой входит ХДФ-М2 (рис. 40.).

**Тестоделительная машина ХДФ-М2** выпускалась киевским заводом "Хлебмаш". Она предназначена для деления ржаного и ржано-пшеничного теста на заготовки массой 0,7-1,25 кг.

Состоит из приемной воронки 3, примыкающей к рабочей камере 2, в которой размещено два нагнетающих шнека 1. Рабочая камера соединена с горловиной 4, к цилиндрической проточке которой примыкает барабанная делительная головка 5. В диаметральной цилиндрической проточке 15 головки размещено два плавающих поршня 6. Сверху головка закреплена откидным ограждающим щитком 7. Приводной электродвигатель 14 расположен на шарнирно закреплённой площадке 13, находящейся в нижней

части станины 17. С помощью клиноременной передачи 16 электродвигатель соединен с промежуточным валом 18. С него движение с помощью шестерен 19 и 20 сообщается шнекам 1, а клиновым ремнем 12 - валу червячного редуктора 9. Последний через мальтийский крест сообщает периодическое движение делительному барабану. Натяжение ремня 12 осуществляется роликом 10 с винтовым фиксатором 11.

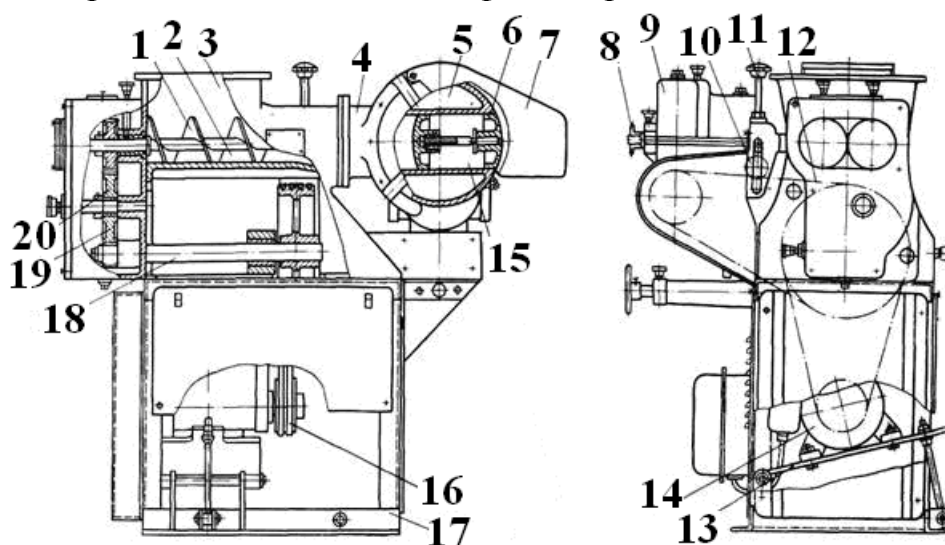


Рис. 40. Тестоделительная машина ХДФ-М2

По специальному заказу делитель может быть доукомплектован транспортером, привод которого осуществляется от звездочки 8.

### Контрольные вопросы

1. Показатели работы тестоделительной машины.
2. Классификация тестоделительных машин по Н.В. Зайцеву.
3. Классификация тестоделительных машин по А.Т. Лисовенко.
4. Принципиальные схемы основных типов тестоделительных машин.
5. Устройство и работа машины РМК.
6. Устройство и работа машины ХТД.
7. Устройство и работа машины А2-ХПО/5.
8. Устройство и работа машины А2-ХТН-2.
9. Устройство и работа машины РТ-2.
10. Устройство и работа машины А2-ХЛ1-С9.
11. Устройство и работа машины "Кузбасс".
12. Устройство и работа машины ХДФ-М2.

## **Практическое занятие 4**

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАГОТОВОК**

**Цель работы:** Изучение конструкций оборудования для формования тестовых заготовок.

#### **Назначение и классификация формующих машин**

Назначение формующих машин заключается в придании тестовым заготовкам вида, соответствующего стандартным показателям конкретных сортов и наименований хлебобулочных изделий. Механическая обработка на формующих машинах способствует получению тонкостенной равномерной пористости изделий и повышению объемного выхода.

Тестовые заготовки, поступающие от тестоделительной машины, в зависимости от вида изделий имеют различные массу, адгезионные и реологические свойства, поэтому требуют различного механического воздействия. Обычно формование осуществляется между двумя поверхностями рабочих органов машины. Поверхность, которая обеспечивает перемещение заготовки, называется несущей, а поверхность, придающая ей определенную форму, - формующей.

В зависимости от формы, которую придает машина тестовой заготовке, различают округлительные машины, формующие шарообразные заготовки; закаточные машины, формующие удлиненные цилиндрические или сигарообразные заготовки; специальные формующие машины, основанные на методах штампования или экструзии.

#### **Принципиальные схемы основных типов формующих машин**

##### **Тестоокруглительные машины**

В зависимости от конструкции несущей и формующей поверхностей различают следующие группы округлительных машин, принципиальные схемы которых показаны на рис. 41.

Тестоокруглители с цилиндрической или конической несущей и наружной формующей поверхностями широко используются для округления тестовых заготовок массой от 0,8 до 2 кг из пшеничной муки. Округлители этого типа (рис. 41, а, б) характеризуются тем, что имеют наиболее длинный формующий участок, развернутая длина желоба достигает 4,5м.

Длительность округления можно регулировать путем изменения места загрузки заготовок по высоте несущего органа, для чего последний поворачивают на определенный угол вокруг вертикальной оси. К недостаткам машины следует отнести несколько неправильную сферическую форму в результате недостаточного вращения заготовки вокруг горизон-

тальной оси.

Тестоокруглители с конической несущей и внутренней формующей поверхностью широко используются для округления тестовых заготовок из пшеничной муки массой от 0,1 до 1,2 кг в силу простоты конструкции. Они имеют сравнительно короткий формующий участок (рис. 41, в) и небольшие пределы его регулирования.

Тестоокруглитель ленточного типа предназначен для округления тестовых заготовок из пшеничной муки массой от 0,3 до 0,5 кг. Округлитель имеет горизонтальный и два наклонных ленточных конвейера (рис. 41, г), которые выполняют одновременно функции формующих и несущих поверхностей. Основным достоинством этих округлителей является то, что благодаря перемещению лент в различных направлениях и с разной скоростью достигается хорошая проработка поверхности заготовок, но форма отличается от сферической.

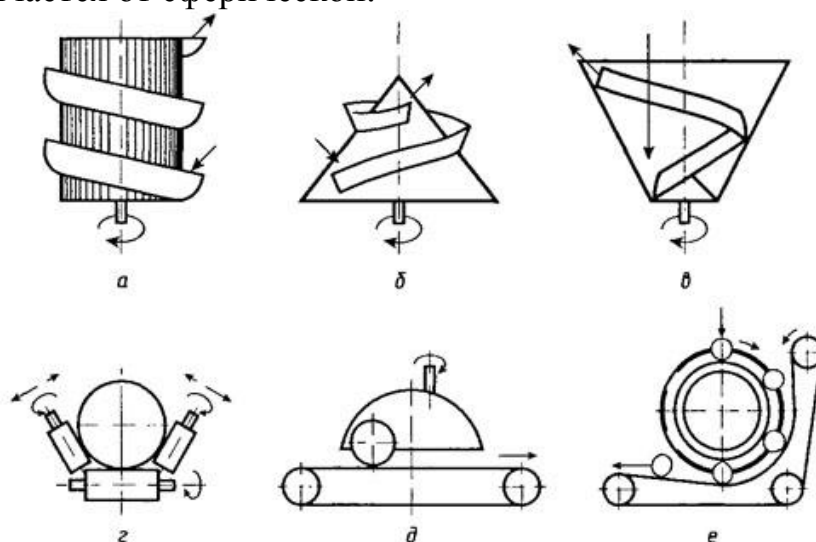


Рис. 41. Схемы тестоокруглительных машин

Тестоокруглитель чашечного типа предназначен для округления тестовых заготовок при выработке мелкоштучных булочных изделий массой от 0,15 кг, выходящих из многорядных тестоделительных машин. Формующая плита (рис. 41, д) периодически совершает плоское круговое движение и подъем, перемещение на новый ряд заготовок с последующим опусканием и округлением. Такие многорядные округлители позволяют регулировать интенсивность механического воздействия на тестовую заготовку путем изменения нижнего положения формующей плиты, а длительность округления можно регулировать, меняя число рядов ячеек на формующей плите.

Тестоокруглитель со сложным движением рабочих органов предназначен для округления тестовых заготовок для мелкоштучных изделий массой от 0,04 до 0,12 кг и обычно komponуется в единый агрегат с тестоделительной машиной. Роль формующей поверхности играет транспортер-

ная лента (рис. 41, е), огибающая барабан и удерживающая заготовки в ячейках, а также поворачивающая их вокруг горизонтальной оси за счет разности скоростей несущего барабана и ленточного транспортера. Эти округлители также являются многорядными. Регулирование воздействия на тесто осуществляется путем изменения зазора между ячеистым барабаном и транспортной лентой, а также установкой сменных барабанов.

### Тестозакаточные машины

Формование в закаточной машине является многоступенчатым и состоит из следующих стадий: вальцевания, завивания рулона и уплотнения заготовки. Принципиальная схема обработки тестовых заготовок приведена на рис. 42. Заготовка сначала вальцуется двумя парами валков 1 в плоскую заготовку (ленту), которая с помощью завивающего устройства 2 заворачивается в рулон, а затем поступает в зону уплотнения рулона, состоящую из несущего ленточного конвейера 3 и верхней прижимной доски 4.

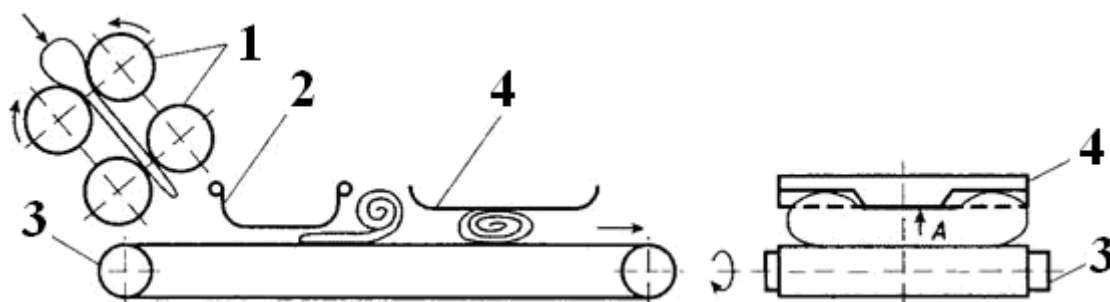


Рис. 42. Схема тестозакаточной машины

В зависимости от конструкции вальцующего устройства выделяют закаточные машины с одной или двумя парами валков. Известны тестозакаточные машины, в которых узел вальцевания отсутствует.

Завивание раскатанного теста в рулон может осуществляться четырьмя способами: при помощи гибкого фартука 7 (рис. 43, а) с грузом 2, подвешенного над лентой 3 транспортера, по которому перемещается раскатанное тесто; сеткой или подвесками 7 из металлических прутков (рис. 43, б), установленных над лентой 2 транспортера; двумя бесконечными ленточными транспортерами 7 и 2 с противоположным направлением движения (рис. 43, в) и с помощью рифленого вала 2, установленного над несущим барабаном 7 (рис. 43, г).

Тестозакаточные машины в зависимости от вида рабочих органов в зоне уплотнения подразделяются на ленточные, барабанные и комбинированные.

В тестозакаточных машинах ленточного типа в качестве несущего и формирующего органов используют поверхности ленточного конвейера и подпружиненной прижимной доски. При этом тестовая заготовка прокатывается в клиновом зазоре между ними. В отдельных конструкциях для

снижения габаритов машины вместо неподвижной прижимной доски используют второй ленточный конвейер с противоположным основному направлению движения ленты, контактирующей с заготовкой. На машинах ленточного типа, как правило, формируют тестовые заготовки для батон-нов.

В тестозакаточных машинах барабанного типа роль несущего органа выполняет вращающийся цилиндрический барабан, а формирующего органа - неподвижный фартук, установленный с зазором относительно барабана. Машины барабанного типа широко используются в линиях по выработке булочных изделий.

В тестозакаточных машинах комбинированного типа уплотнение рулона проводится последовательно в зазоре между барабаном и фартуком, а затем - между лентой конвейера и прижимной доской. После такой обработки тестовая заготовка хорошо удерживает приданную ей форму на всех последующих операциях производственного процесса. Прижимная доска устроена так, что прокатывает заготовку с перенесением максимального усилия от центра к краям, осуществляя одновременно прокатывание заготовки и продольное растягивание. Эти машины отличаются надежностью и хорошей обработкой теста.

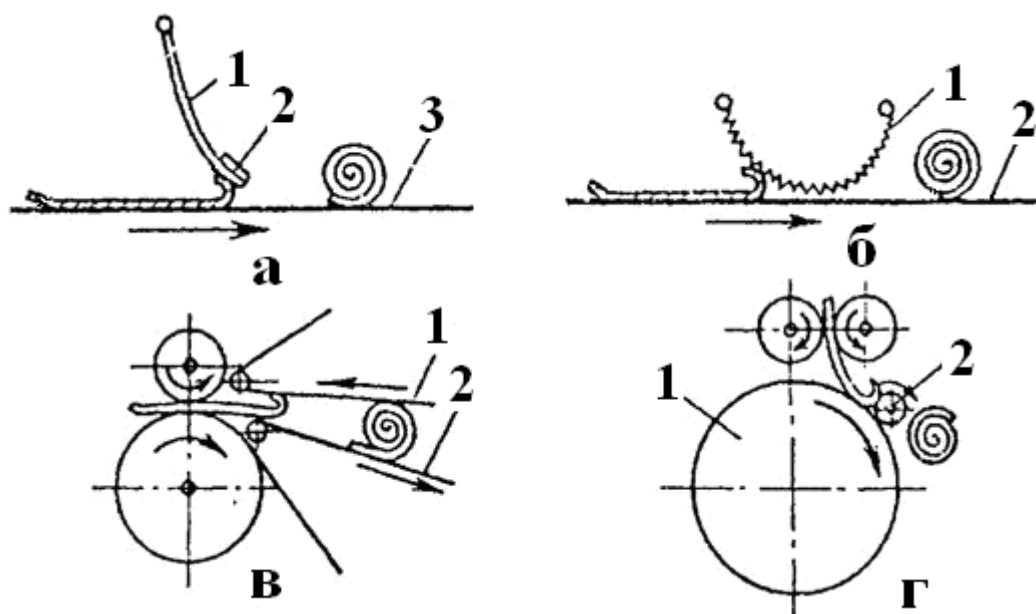


Рис. 43. Схемы завивания раскатанного теста

Степень механической обработки заготовок при формировании практически не зависит от их массы, а определяется в первую очередь величиной зазоров между несущими и формирующими органами, фрикционными и адгезионными свойствами полуфабриката и соотношением напряжений сдвига и сжатия при обработке заготовок. Если формирующая поверхность имеет вогнутость по отношению к заготовке, то по сравнению с плоской



поверхностью величина сил трения увеличивается; если формующая поверхность имеет выпуклость, то силы трения уменьшаются, а степень механической проработки заготовок увеличивается.

Округление и закатка способствуют сглаживанию всех неровностей и образованию пленки на поверхности заготовки, что препятствует выходу газов из теста при расстойке и обеспечивает увеличение объема и равномерность пористости мякиша после выпечки.

## Конструкции тестоокруглительных машин

### Тестоокруглитель А2-ХПО-6

Тестоокруглитель А2-ХПО-6 с конической несущей поверхностью и наружным формующим органом предназначен для округления заготовок теста из пшеничной муки массой 0,09...0,9 кг. Машина (рис. 44) состоит из корпуса 7, привода 2, конуса 6, спирали 7, двух мукопосыпателей 4, воздуховодного устройства 5, лотка 3 и электрооборудования 8.

Корпус 1 включает в себя основание, каркас, четыре поворотных колеса. Привод 2 состоит из электродвигателя, двухступенчатой клиноременной передачи, промежуточной опоры и вала, на котором закреплен конус 6 из чугуна, на наружной поверхности которого расположены продольные канавки.

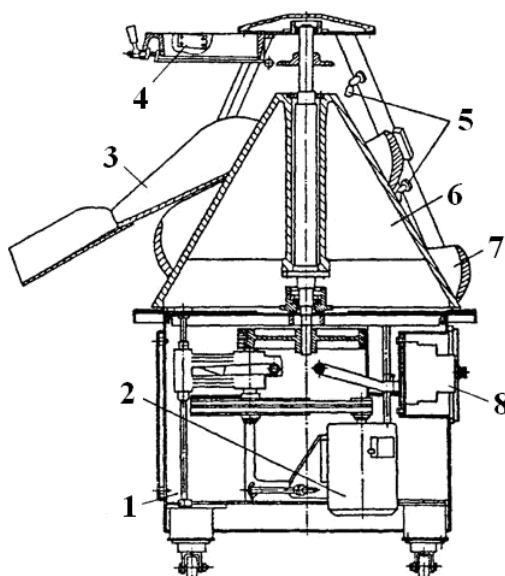


Рис. 44. Тестоокруглитель А2-ХПО-6 с конической несущей поверхностью и наружным формующим органом

Спираль 7 имеет семь секций, к последней шарнирно крепится лоток 3, который может занимать два положения: при нижнем положении заготовка проходит по лотку; при верхнем - под ним, не касаясь его.

Секции образуют два спиральных канала. После выхода из первого спирального канала, состоящего из трех секций, куски теста поступают во второй канал. Рабочие поверхности секций покрыты фторопластовым ла-



ком, а к лотку приклеен войлок. Каждая секция крепится к каркасу двумя винтами и имеет четыре установочных винта для регулирования положения секций спирали относительно конуса.

Каждый мукопосыпатель 4 состоит из корпуса и сита. Сито выполнено из проволочной сетки, совершает горизонтальное возвратно-поступательное движение. Один из мукопосыпателей расположен над местом выгрузки тестовых заготовок, второй - под углом  $90^\circ$  по отношению к первому.

Воздуходувное устройство 5 включает в себя вентилятор, нагреватель, воздуховоды и сопла, расположенные на каркасе над спиралью. Электрооборудование 8 предназначено для управления работой привода машины и вентилятора. Нагреватель включают в зависимости от требуемой температуры воздуха, подаваемого на обдув заготовок.

При работе округлителя куски теста из тестоделительной машины поступают на нижнюю часть спирали 7. Под действием вращающегося конуса 6 тестовые заготовки поднимаются по спирали вверх, приобретая при этом шарообразную форму. Затем по лотку они скатываются на конвейер, который подает их в шкаф предварительной расстойки. Мукопосыпатели 4 и воздуходувное устройство 5 препятствуют возможному прилипанию теста к спирали 7 и конусу 6. Использование одного или двух мукопосыпателей, а также воздуходувного устройства с подогревом или без него, определяется технологическими требованиями. Количество муки, подаваемой мукопосыпателями на подсыпку, регулируется вручную путем изменения амплитуды колебания сита.

### Тестоокруглитель Т1-ХТН

Тестоокруглитель Т1-ХТН (рис. 45) относится к машинам с конической несущей поверхностью и внутренней формующей спиралью.

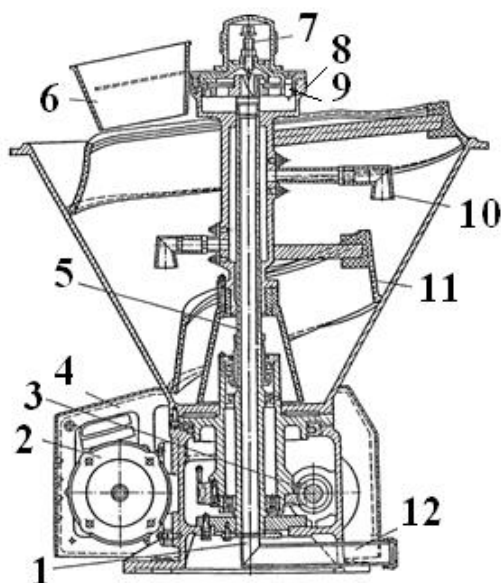


Рис. 45. Тестоокруглитель Т1-ХТН с конической несущей поверхностью и внутренней формующей спиралью

Округлитель используется для обработки тестовых заготовок для батонов и мелкоштучных изделий с широким диапазоном массы кусков (от 0,2 до 1,1 кг).

Внутри корпуса 4 размещены приводной электродвигатель 2, двухступенчатая клиноременная передача и червячный редуктор 3. Внутри пустотелого вала червячного колеса 1 расположен пустотелый вал 5, на котором закреплены формующая спираль 11 и воздухоподающие патрубки 10, служащие для обдувки заготовок воздухом с целью устранения прилипания теста к рабочим поверхностям.

Тестовые заготовки поступают через загрузочную воронку 6 на дно чаши, где они захватываются внутренней формующей спиралью вращающейся чаши и перемещаются по спиральному желобу вверх, совершая при этом сложное движение, в результате чего им придается шарообразная форма. После округления заготовки выбрасываются на ленточный транспортер.

Благодаря увеличению окружной скорости к выходу происходит увеличение интервала между заготовками, что предупреждает их сдваивание. Однако в нижней части машины, где скорость наименьшая и подъем спирального желоба более крутой, возможно сдваивание кусков теста. Во избежание этого необходимо обеспечить ритмичную передачу тестовых заготовок.

Для установки выходного участка спирали в нужном направлении спираль можно поворачивать и фиксировать с помощью диска с отверстиями 8 и пальца 9. Для регулирования зазора между стенкой чаши и формующей спиралью служит винт 7. Заготовки подаются через приемную воронку 6. Изменяя положение загрузочной воронки, можно менять в небольших пределах длительность обработки заготовок в округлителе. Воздух для обдувки поступает в машину по трубе 12, к которой подключается центральная воздухоподающая магистраль. В приводе предусмотрена двухручьева клиноременная передача с различным передаточным числом, что позволяет предусмотреть две частоты вращения чаши.

К достоинствам машины относится простота конструкции и удобство обслуживания, возможность регулирования зазора между чашей и спиралью.

Аналогичной конструкции выпускается тестоокруглитель Т1-ХТС для мелкоштучных булочных изделий. Он отличается устройством спирали и уменьшенными размерами

#### **Тестоокруглитель ленточного типа**

Тестоокруглитель ленточного типа относится к машинам с поступательным движением рабочих органов и предназначен для формования заготовок из пшеничного теста массой 0,5...2,5кг. Ленточный округлитель

достаточно хорошо прорабатывает тестовую заготовку, однако при выходе из машины она не имеет строго шарообразной формы. Последнее требование не играет существенной роли при выработке цилиндрических, сигарообразных и круглых подовых изделий, поскольку они после округлителя дополнительно формуются в закаточных машинах.

Тестоокруглитель (рис. 46, а) смонтирован на наклонной станине 3, размещенной на тумбах 2 и 4. Передняя тумба покоится на двух роликах 1, задняя - на двух установочных штифтах 5. Роль несущих поверхностей выполняют два транспортера 6 и 8, движущиеся в противоположном направлении. Роль формующей поверхности выполняют сами транспортеры и неподвижная поверхность 7 между транспортерами. Привод, состоящий из электродвигателя и червячного редуктора, расположен в тумбе 2.

Привод осуществляется от редуктора 9 (рис. 46, б) через шарнир 10 к валу 11 ведущего барабана с помощью цепи. На транспортной ленте 12 привулканизирован выступ в виде клиновидного ремня, который удерживает ленту транспортера от смещения по шкиву.

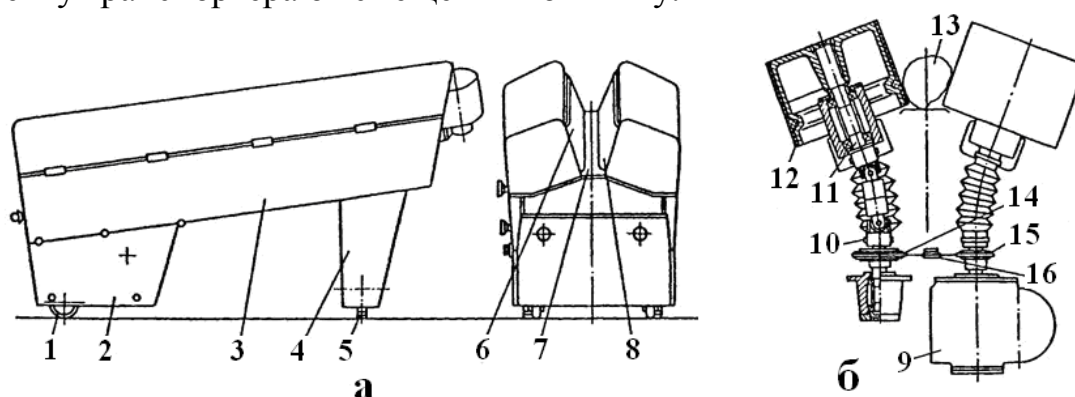


Рис. 46. Тестоокруглитель ленточного типа:  
а - общий вид; б - рабочие органы

Валики барабанов установлены в двух подшипниках на кронштейнах для возможного их перемещения. Конструкция привода позволяет регулировать угол наклона барабана и расстояние между ними в зависимости от массы и свойств заготовки 13. Приводные барабаны соединены цепью. Различные диаметры звездочек 14 и 15 обеспечивают разную скорость лент. Звездочка 16 служит для натяжения цепи. При регулировании приводных барабанов одновременно с помощью винта перемещают и натяжные.

## Конструкции тестозакаточных машин

### Тестозакаточная машина Т1-ХТ2-3

Относится к машинам ленточного типа, имеет завивающее устройство в виде грузовой сетки с роликами и предназначена для формования тестовых заготовок из пшеничного теста цилиндрической или сигарооб-

разной формы длиной до 450 мм. Машина (рис. 47) состоит из подающего транспортера 8, двух пар раскатывающих валков 9 и 10, 12 и 13, завивающей гибкой сетки 14, несущего 1 и формующего 3 транспортеров. Все элементы машины смонтированы на станине 11, а транспортеры 1 и 3 - на консольном каркасе.

Тестовая заготовка, пройдя между щеками центрующего устройства, поступает в подающий транспортер 8 и перемещается под прикатывающим валком 7, который слегка ее сплющивает. Далее валки 9 и 10 раскатывают заготовку в блин толщиной 5 - 12 мм, а валки 12 и 13 - до толщины 3 - 9 мм. Затем тестовой блин поступает на ленту транспортера 1, который перемещает его под завивающую гибкую решетку 14. Проходя под решеткой, тестовой блин сворачивается в рулон, который закатывается, уплотняется и формируется лентами несущего и закатывающего транспортеров и формующим щитком 2.

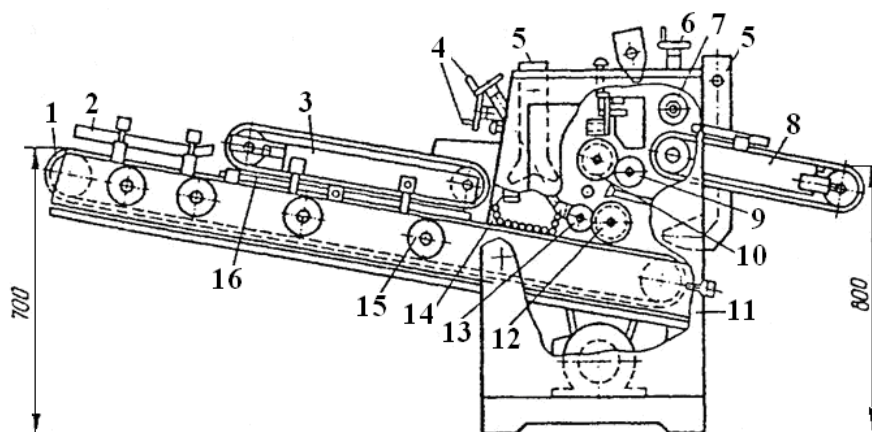


Рис. 47. Тестозакаточная машина Т1-ХТ2-3 ленточного типа

При изменении массы тестовой заготовки в машине необходимо производить следующую регулировку: штурвалом 6 поднимать или опускать прикатывающий валок 7; штурвалами 4 изменять расстояние между валками 9 и 10, 12 и 13; штурвалами 15, приподнимая ленту несущего транспортера, менять расстояние между лентами несущего и закатывающего транспортеров. Длина тестовой заготовки ограничивается двумя направляющими 16.

Через насадки 5 производится обдувка воздухом рабочих органов машины.

### Тестозакаточная машина С-500

Тестозакаточная машина С-500 также относится к машинам ленточного типа и используется для закатки рогаликов. Машина (рис. 48, а) смонтирована на передвижной станине 8, установленной на четырех катках 9. На станине смонтирована головка 6, внутри которой расположены два раскатывающих валика 10 (рис. 48, б), два ленточных транспортера 12 и 21. Лента верхнего транспортера огибает валик 18, натяжной валик 13, валик 15 мукопосыпателя и приводной барабан 16. Лента нижнего транспортера

огибает валик 19, натяжной валик 20 и приводной барабан 17.

Кусок теста подается в зазор между валками 10, раскатывается в блин, который, проходя между транспортерными лентами, имеющими встречное движение, сворачивается в рулон. Благодаря увеличению расстояния между лентами предотвращается сильное давление на тестовой рулон, в результате он приобретает слоистую структуру. Сформованные заготовки по лотку 7 (см. рис. 48, а) поступают на стол, где им вручную придается подковообразная форма. Для предупреждения прилипания заготовок к ленте последняя посыпается мукой валиком 15, который при вращении своими желобками захватывает муку из воронки 14. Натяжение верхней и нижней лент производится перемещением валиков 13 и 20 путем вращения винтов 4 и 5. Очистка раскатывающих валков от теста производится с помощью пластинчатых ножей 11.

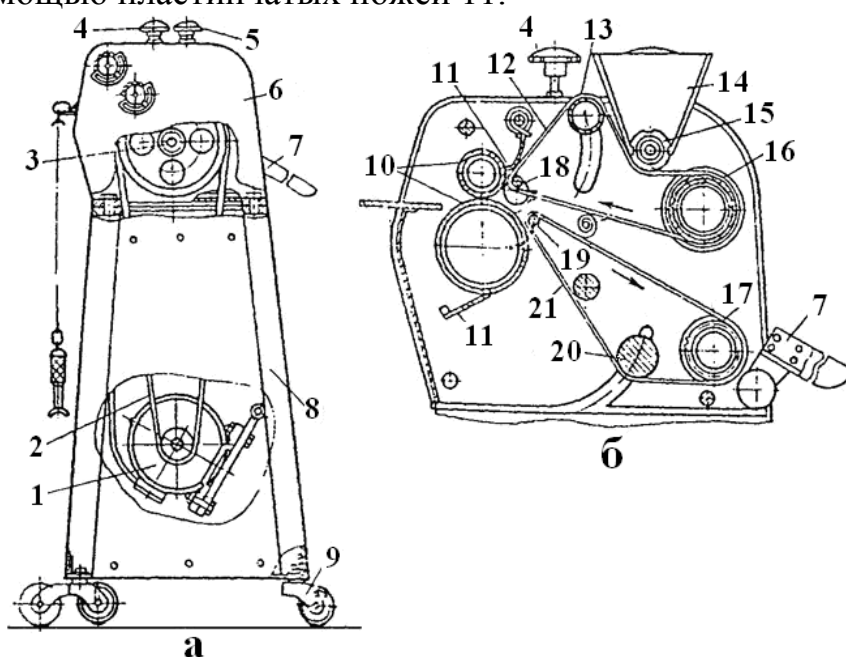


Рис. 48. Тестоукаточная машина С-500 для рогаликов:  
а - общий вид; б - продольный разрез

Машина приводится в движение от электродвигателя 1, который через клиноременную передачу 2 приводит во вращение вал 3. От этого вала с помощью зубчатых передач вращение передается раскатывающим валкам и приводным барабанам ленточных транспортеров.

### Тестоукаточная машина ХПО-9

Тестоукаточная машина ХПО-9 предназначена для формования заготовок при выработке батончиков "Особые" массой 450г, а также обеспечивает их укладку на профилированные металлические листы для дальнейшей расстойки и выпечки.

Машина (рис. 49) состоит из следующих основных сборочных единиц: механизма раскатки 4 с синхронизирующим посадчиком, шагового конвейера 1 с магазином листов 2, конвейера для приема 3 тестовых заго-

товок, механизмов формования 5,6 и укладки 7.

Механизм раскатки (рис. 50) состоит из двух ленточных конвейеров 4 приемки тестовых заготовок и подачи 6 их на предварительное формование, верхней 5 и нижней 10 пар раскаточных роликов, верхнего 3 и нижнего 11 ленточных конвейеров предварительного формования заготовок и ленточного конвейера 8 окончательного формования с формующей доской 9. Конвейеры снабжены бесшовными лентами из тканого материала.

Расстояние между раскатывающими роликами и конвейерами предварительного формования регулируется вручную с помощью трех специальных рукояток, а положение формующей доски по отношению к конвейеру окончательного формования - с помощью двух рукояток.

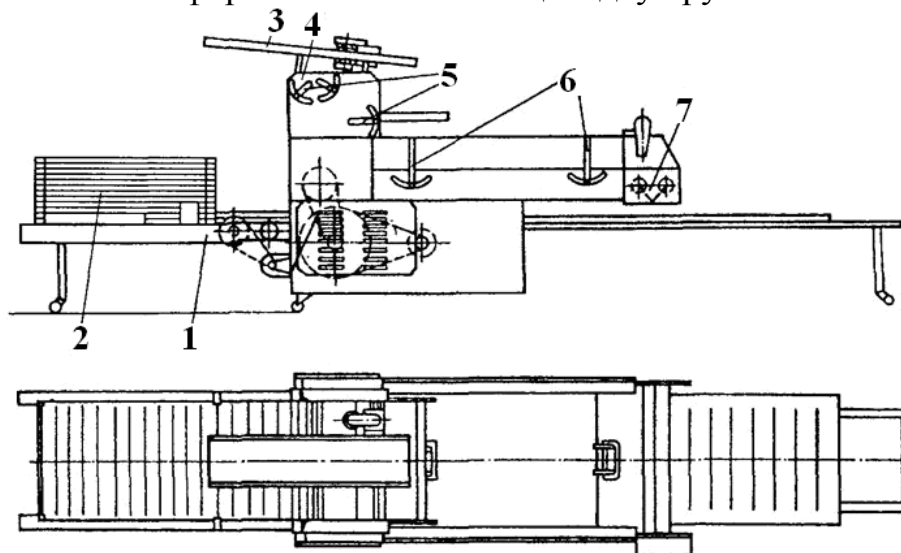


Рис. 49. Тестоукаточная машина ХПО-9

Механизм укладки 7 тестовых заготовок на металлические ленты состоит из двух пар поворотных заслонок. Первая пара срабатывает под действием массы тестовых заготовок, вторая - приводится в действие с помощью мотор-редуктора. Механизм укладки заблокирован с приводом конвейера подачи листов.

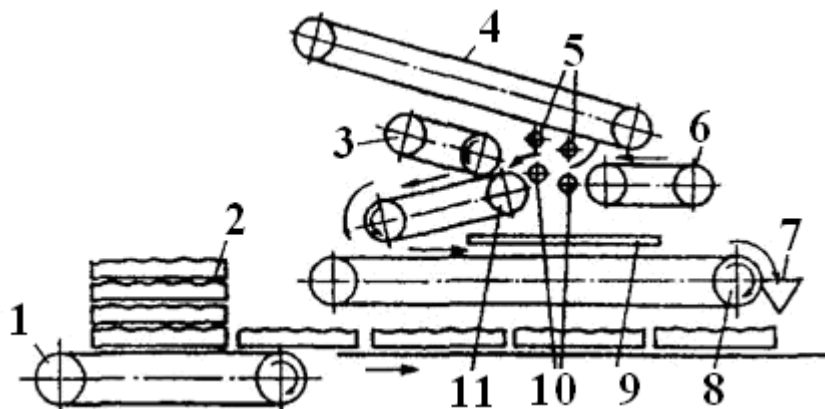


Рис. 50. Механизм раскатки



Подача листов из магазина 2 осуществляется с цепного конвейера 1, состоящего из двух валов со звездочками, между которыми натянуты две бесконечные цепи с захватами для листов.

Рабочий орган конвейера, на котором расположены листы, перемещается на шаг, равный шагу укладки тестовых заготовок на лист.

При работе машины заготовки теста из шкафа предварительной расстойки поступают на ленту конвейера приемки, далее с помощью конвейера подачи - в зазор между раскатывающими роликами устройства предварительного формования. Раскатанный лист теста, попадая между верхним и нижним конвейерами, проходит предварительное формование, в результате чего заготовка приобретает вид рулона.

Придание заготовке окончательной формы происходит между верхней ветвью конвейера окончательного формования и формующей доской. Сформованная заготовка укладывается механизмом укладки в ячейку листа, после чего автоматически происходит перемещение листа на шаг ячейки. Укладка пустых листов в магазин и снятие листов, заполненных тестовыми заготовками, производится вручную.

### Тестозакаточная машина И8-ХТЗ

Тестозакаточная машина И8-ХТЗ (рис.51) предназначена для формования заготовок при выработке батонов массой 0,22...1,1кг цилиндрической или сигарообразной формы длиной не более 330мм.

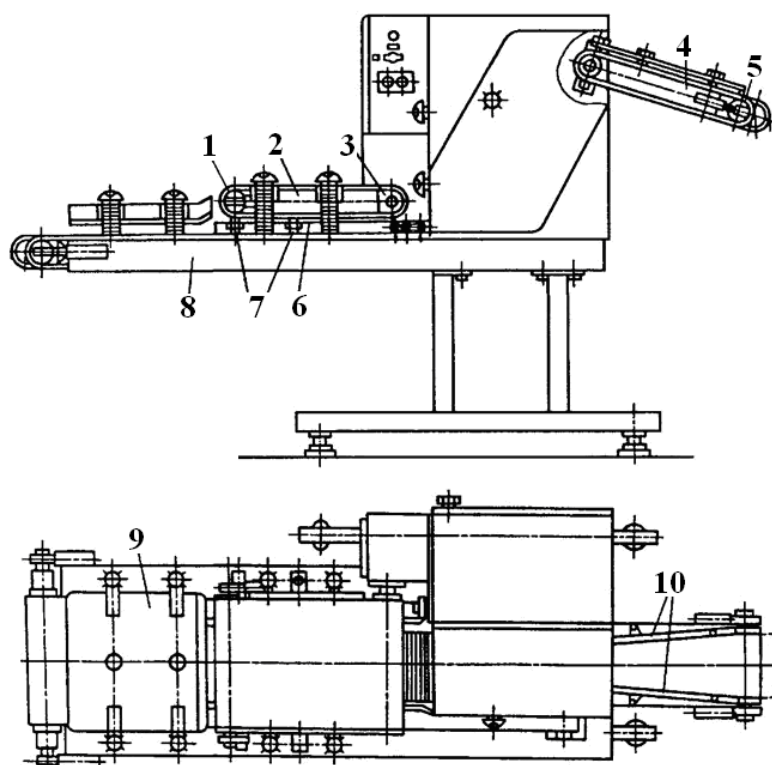


Рис. 51. Тестозакаточная машина И8-ХТЗ

Машина состоит из станины, подающего 4 и закатывающего 2



транспортеров, формующей доски 9, электродвигателя, цепных и зубчатых передач для привода вальцовочной головки и транспортеров.

На каркасе подающего транспортера 4 закреплены натяжной барабан 5 и регулируемые ограничители 10. Несущий транспортер 8 крепится к станине консольно с помощью четырех болтов.

Закатывающий транспортер 2 и формующая доска 9 устанавливаются на несущем транспортере с помощью механизма подъема, который позволяет плавно регулировать величину зазора и угол наклона.

Направляющие 6 закреплены на несущем транспортере. Расстояние между ними регулируется винтами 7. Машина имеет две формующие доски. Закатывающий транспортер состоит из каркаса, приводного 3, натяжного 1 барабанов и транспортной ленты. Для направления тестовых заготовок служит центрирующее устройство.

Основной рабочий орган машины - тестовальцовочная головка (рис. 52) - состоит из двух соединенных стяжками боковин, прикатывающего вала 2, центрирующего устройства 1, двух пар раскатывающих валков 4, 10, 5, 7, направляющей 9, приводного барабана 3 подающего транспортера, механизмов регулирования зазора между валками каждой пары 8 и 6.

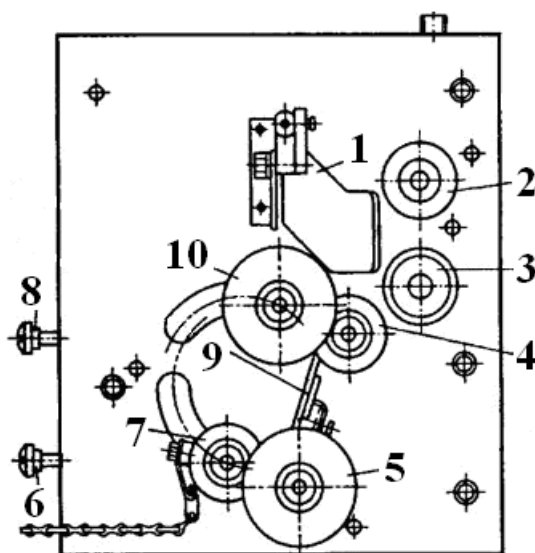


Рис. 52. Тестовальцовочная головка

В зависимости от массы тестовых заготовок на машину устанавливаются различные валки. Поступающие на подающий транспортер 4 тестовые заготовки, проходя под валком, слегка расплющиваются и, двигаясь между пластинами центрирующего устройства, направляются в зазор между вращающимися валками. Минувя последовательно верхнюю и нижнюю пары раскатывающих валков, заготовка раскатывается в блин толщиной 6...14мм (в зависимости от массы), который ложится на ленту несущего транспортера 8. Находясь под гибкой сеткой, блин сворачивается в рулон и поступает в зазор между несущим и закатывающим транспортерами, кото-

рый уменьшается в направлении движения заготовки. Продвигаясь дальше и одновременно вращаясь вокруг своей оси, рулон закатывается, а его торцы при помощи боковых направляющих заглаживаются. Образованная заготовка цилиндрической формы поступает под формующую доску 9, где приобретает окончательную форму и размеры.

### **Мероприятия по устранению прилипания заготовок к рабочим поверхностям тестоформующих машин**

Одним из основных условий работоспособности тестоформующих машин является эффективность методов борьбы с прилипанием и размазыванием тестовых заготовок по рабочим органам этих машин.

Во избежание прилипания к рабочим поверхностям куски пшеничного теста обычно подпыливают мукой, поэтому эти машины, как правило, снабжаются мукопосыпателями. Для этой цели применяется мука тех же сортов, из которых приготовлено тесто. На подсыпку расходуют до 1,5% муки от общего расхода ее на приготовление изделий. Эта мука в значительной степени входит в потери производства, что существенно увеличивает непроизводительные затраты.

Неплохие результаты для снижения прилипания дает обдувка рабочих поверхностей оборудования и обрабатываемых кусков теста подогретым воздухом. Воздух для обдувки забирается непосредственно из верхней зоны помещения и нагнетается вентилятором в воздуховод диаметром 350мм, откуда по отводам диаметром 100...200мм воздух поступает к делительной, округлительной и закаточной машинам. Все воздуховоды изготавливают из листовой кровельной стали. Заканчиваются они насадками (соплами). Насадки следует располагать таким образом, чтобы в потоке воздуха подсушивались рабочие органы машин и поверхность обрабатываемой тестовой заготовки.

Для регулирования количества воздуха, подаваемого к отдельным машинам, на трубопроводы устанавливают шиберы. Температура воздуха, поступающего на обдувку, колеблется в пределах 28...30°C, а относительная влажность его составляет 40...43%.

К недостаткам этого способа следует отнести громоздкость металлоконструкций воздуховодов и их крепления, а также образование утолщенных корок выпеченных изделий.

В ряде случаев для уменьшения прилипания заготовок используют смачивание рабочих поверхностей тестоформующих машин водой (в производстве ржаного хлеба), смазывание растительным маслом или эмульсией.

Наиболее эффективным способом является обработка рабочих органов тестоокруглительных, закаточных машин, деталей и механизмов посадки тестовых заготовок современными полимерными композициями, основу которых составляют фторопласт-4 (тефлон) или

кремнийорганические жидкости (силикон).

Обработка транспортной ленты кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94 производится следующим образом. Ленту тщательно промывают теплой водой с мылом или щелочью, после просушивания на воздухе погружают в 5%-й раствор ГКЖ-94 в четыреххлористом углероде и пропитывают в течение 1...2 мин. После вторичного просушивания ленту подвергают термической обработке в сушильной камере при температуре 120°C в течение 1,5 часов. Операции пропитки и просушки следует проводить под вытяжкой. Примерный расход жидкости ГКЖ-94 на 1 м<sup>2</sup> ленты составляет 214 г.

Для нанесения фторопластовых покрытий металлические детали окунают во фторопластовую эмульсию, а затем проводят полимеризацию тонкого слоя при последующей сушке. Тонкий лист фторопласта можно также прикрепить к рабочим органам тестоформирующих машин при помощи винтов.

Для сокращения производственных затрат в хлебопекарной промышленности

Почти полное отсутствие прилипания достигается при охлаждении поверхности раскатывающих валков закаточных и специальных формующих машин до температуры 2...4°C за счет подачи в них охлаждаемых жидкостей.

Меньшее прилипание заготовок и более надежная работа характерны для формующих машин, имеющих высокую скорость движения кусков в зоне обработки и специальный рельеф поверхности рабочих органов (рифление, насечки и др.). Это объясняется уменьшением продолжительности и площади контакта тестовой заготовки и рабочих органов оборудования.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение формующих машин.
2. Схемы тестоокруглительных машин.
3. Схема тестозакаточной машины.
4. Схемы завивания раскатанного теста.
5. Устройство и работа тестоокруглителя А2-ХПО/6.
6. Устройство и работа тестоокруглителя Т1-ХТН.
7. Устройство и работа тестоокруглителя ленточного типа.
8. Устройство и работа тестозакаточной машины Т1-ХТ2-3.
9. Устройство и работа тестозакаточной машины С-500.
10. Устройство и работа тестозакаточной машины ХПО-9.
11. Устройство и работа тестозакаточной машины И8-ХТЗ.
12. Устройство и работа тестовальцовочной головки.
13. Мероприятия по устранению прилипания заготовок к рабочим поверхностям тестоформирующих машин.

## Практическое занятие 5

### ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ПЕЧИ

**Цель работы:** Изучение конструкций хлебопекарных печей.

#### Классификация хлебопекарных печей

Печные агрегаты - ведущее оборудование в поточных линиях по выработке хлебных изделий. Хлебопекарные печи могут быть классифицированы по нескольким признакам:

- по технологическому назначению: печи универсальные - для выпечки широкого ассортимента и специализированные - для выпечки специальных сортов;
- по производительности: печи сверхмалой производительности (для пекарен), малой производительности (с площадью пода до  $25\text{м}^2$ ) и большой производительности (с площадью пода свыше  $25\text{м}^2$ );
- по конструктивным особенностям: печи тупиковые и туннельные;
- по способу обогрева пекарной камеры: печи жаровые, печи с канальным обогревом, печи с рециркуляцией продуктов сгорания, печи с пароводяным обогревом, печи с электрообогревом, печи с комбинированным обогревом (каналы и пароводяные трубки).

Хлебопекарная печь является агрегатом, который состоит из следующих основных элементов: генератора тепла, пекарной камеры, пода печи, теплопередающих устройств, ограждений, вспомогательных устройств и контрольно-измерительных приборов.

#### Камера сгорания

Состоит из жароупорного цилиндра 2 (рис.53), соединенного одной стороной с металлическим конусом 1, другой - четырьмя пластинками 9 с цилиндром 3. Внешняя поверхность камеры собрана из трех металлических цилиндров; между цилиндрами 3 и 4 установлены дистанционные кольца 5. В цилиндре 4 имеется патрубок для подвода рециркулирующего газа. Открытый левый торец камеры сгорания соединен с патрубком 6, отводящим газ в каналы обогрева.

В металлический конус набивается жароупорная масса с таким расчетом, чтобы остались три отверстия 10, 11, 12, расположенные горизонтально: для горелки, запальника и смотрового люка (на рисунке эти отверстия условно показаны в вертикальной плоскости). Закрытый торец камеры стыкуется с обшивкой печи.

Газ сгорает в жароупорном цилиндре 2, внутренняя поверхность которого футеруется кольцами из жароупорной массы. Рециркулирующие газы поступают через патрубок 8 и, двигаясь между цилиндрами 4 и 3, охлаждают последний, затем огибают его торец и движутся к патрубку 6,

который отводит газ в каналы обогрева; при этом, касаясь наружной стенки цилиндра 2, они снижают ее температуру.

Продукты горения и рециркулирующие газы смешиваются в цилиндре 3. Для удаления продуктов горения и рециркулирующих газов на выходе из камеры поддерживают разрежение порядка 30Па.

Во время работы камеры жароупорная масса раскаляется до свечения и облучает зону горения газа, тем самым поддерживая устойчивую температуру и обеспечивая полное сгорание.

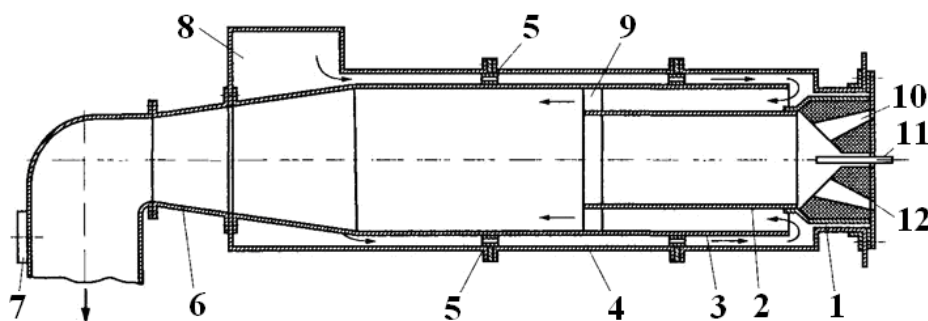


Рис. 53. Камера сгорания

Температурное расширение камеры компенсируется тем, что цилиндр 2 на направляющих пластинках скользит вдоль цилиндра 3, свободный конец которого перемещается в сторону входной части камеры. Температурное удлинение наружного цилиндра 4 совпадает с общим поперечным температурным расширением пекарной камеры; дополнительное расширение поглощается асбестовыми прокладками.

В газораспределительном патрубке, куда направляют газы из камеры сгорания, установлен предохранительный клапан 7. Он имеет следующую конструкцию: в вертикальную стенку газораспределительного патрубка вварена труба диаметром 245мм, которая подходит к отверстию в обшивке (диаметр 260мм). Во фланец, который крепится к обшивке болтами, укладывают вырезанный из асбеста круг толщиной 3мм, закрепленный проволоочным кольцом. При газовых хлопках асбест разрывается и предохраняет камеру сгорания и газопроводы от разрушения.

Для сжигания газа в топках применяют газовые горелки двух типов: инжекционные и внутреннего смешения с принудительной подачей воздуха. Тип газогорелочных устройств выбирают в зависимости от расхода газа, конструкции печного агрегата, топочного устройства, давления газа в сети и т.д. Для сжигания жидкого топлива применяют форсунки с паровым и воздушным распылителями.

### Пекарная камера

В процессе выпечки в пекарной камере тепло передается тестовым заготовкам в результате излучения (70...90%) от поверхностей нагрева,

конвекции - от парогазовой среды пекарной камеры и теплопроводности - от пода печи к нижней поверхности тестовой заготовки (10...30%).

Пекарные камеры печей бывают тупиковые, в которых посадка тестовых заготовок на под и выгрузка готовой продукции производится через одно окно (устье), и туннельные, в которых посадка производится с одной стороны пекарной камеры, а выгрузка - с противоположной.

Пекарная камера туннельных печей имеет прямоугольное сечение. Как правило, пекарная камера изготавливается из металлических листов толщиной 2...4мм, а каркас - из профильного металла. В большинстве конструкций туннельных печей сетчатый под перемещается по нижней стенке пекарной камеры.

В пекарной камере размещены теплообменные устройства в виде каналов, пароводяных трубок, электронагревательных элементов, горелок, увлажнительные устройства и другие вспомогательные приспособления.

### **Под печи**

Хлебопекарные печи имеют стационарный или конвейерный под, на котором осуществляется выпечка. Стационарный под изготавливается обычно из красного кирпича и применяется в печах малой мощности с канальным обогревом.

В печных и расстойно-печных агрегатах средней и большой мощности часто применяют люлечно-подиковые цепные конвейеры. В этом случае используется комбинированный или канальный обогрев с применением рециркуляции продуктов сгорания.

Цепной двухъярусный конвейер состоит из двух роlikопластинчатых цепей и двух пар блоков (звездочек), насаженных на горизонтально расположенные валы. Одна пара блоков (обычно у посадочного отверстия) является ведущей, другая - натяжной. В горизонтальном или наклонном положении цепи удерживаются направляющими из уголкового или швеллерной стали.

Между цепями шарнирно подвешиваются люльки, изготавливаемые из уголкового стали, с двумя подвесками и пальцами, которые вставляются во внутренние втулки пластинчатых цепей. Для выпечки подовых изделий внутри люльки укладывается стальной лист (подик) толщиной 1...2мм. Сумма площадей всех подиков, расположенных в пекарной камере, образует площадь пода печи и выражается в квадратных метрах.

В хлебопекарных печах используют ленточный конвейер двух типов - пластинчатый или сетчатый. Ленточный конвейер первого типа состоит из двух роlikопластинчатых цепей, поддерживаемых в горизонтальном или наклонном (не более 4°) положениях направляющими. К боковым планкам цепей прикреплены рамки, перекрытые пластинами из листовой стали. Поверх пластин в некоторых конвейерах прикрепляются талькохлоритовые или керамические плитки, что улучшает аккумуляцию тепла по-

дом.

Ленточный конвейер второго типа выполняется в двух вариантах. В первом варианте конвейер состоит из двух барабанов: ведущего и натяжного, оси которых расположены горизонтально, и бесконечной спирально-стержневой сетки, надетой на них. Верхняя, рабочая ветвь пода удерживается в горизонтальном положении на стальных стержнях или проволоке, а нижняя, холостая - на роликах. Недостатком данной конструкции является необходимость регулирования положения сетки на барабанах и применения для этого специальных устройств.

Во втором варианте под представляет собой спирально-стержневую сетку, прикрепленную к двум тяговым роликоталастинчатым цепям с шагом 100мм. На ведущем и натяжном валах установлены звездочки (блоки). Верхняя ветвь движется по основанию пекарной камеры, а в нижней части тяговые цепи перемещаются по направляющим из уголкового стали.

Под приводным барабаном находится щетка для очистки конвейерной сетки от посторонних предметов, которая приводится в движение электродвигателем со встроенным редуктором.

### **Теплопередающие устройства пекарной камеры**

Необходимая для выпечки изделий теплота поступает в пекарную камеру от генератора. При использовании в качестве теплоносителя топочных газов, протекающих по каналам, печи называются канальными.

По конструкции каналы делятся на две группы: каналы с большим термическим сопротивлением, стенки и свод которых выложены из шамотного кирпича или огнеупорного бетона, и каналы с малым термическим сопротивлением, выполненные из листовой стали, чугунных или стальных труб.

К каналам с большим термическим сопротивлением относится топка-канал, в которой сжигается топливо. Поверхностью теплообмена служит стенка, обращенная в пекарную камеру. Эти каналы используются при транспортировании газов с температурой выше 800°C.

В каналах с малым термическим сопротивлением теплообмен осуществляется через поверхность труб, металлический под, сетчатую ленту и т.д. При этом пучки труб могут располагаться как вдоль, так и поперек пекарной камеры, над верхней ветвью или между двумя ветвями печного конвейера.

Печи с канальным обогревом можно разделить на два типа: канальные печи без рециркуляции и печи с рециркуляцией продуктов сгорания.

Печи первого типа получили распространение для выпечки хлебобулочных, мучных кондитерских, бараночных и сухарных изделий, так как в их топках можно сжигать как твердое, так и жидкое или газообразное топливо. Кроме того, они надежны в эксплуатации, имеют большой диапазон производительности при выпечке широкого ассортимента изделий. К не-



достаткам канальных печей первого типа относится большая тепловая инерция, что требует длительного времени их разогрева.

### Хлебопекарные печи тупикового типа

На хлебозаводах наибольшее распространение получили конвейерные печи тупикового типа. Они позволяют вырабатывать практически все виды продукции.

#### Печь ФТЛ-2

Относится к группе тупиковых печей средней производительности с цепным люлечным подом и канальным обогревом и предназначена для выработки хлебных изделий широкого ассортимента.

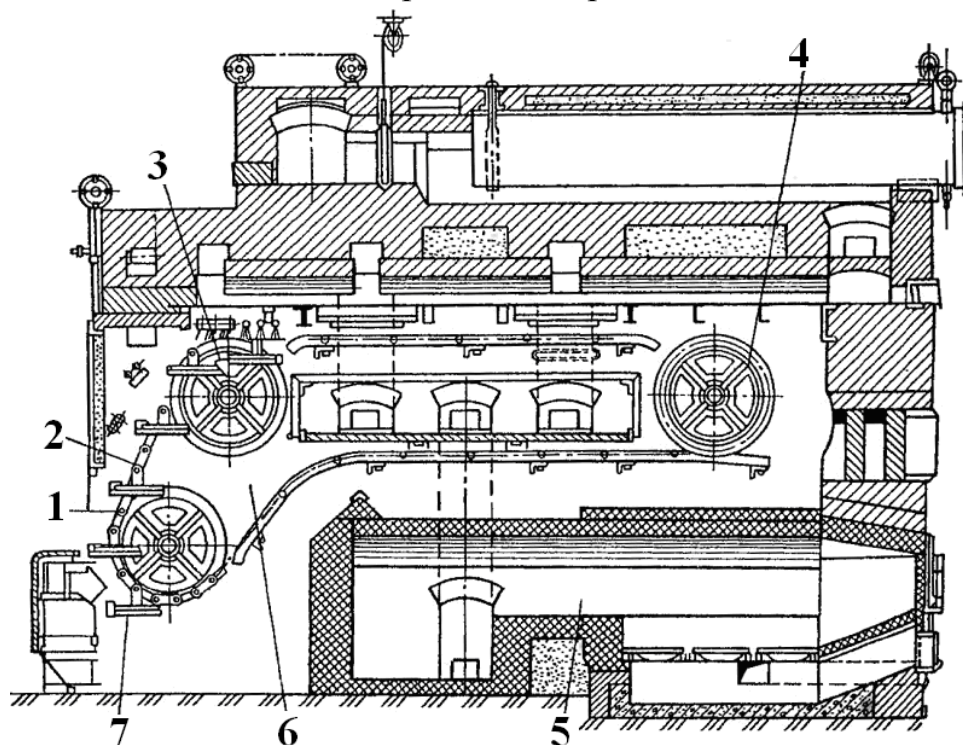


Рис. 54. Хлебопекарная печь ФТЛ-2-66

Печь ФТЛ-2-66 (в настоящее время под этой маркой выпускается печь ФТЛ-2) состоит из топки 5, пекарной камеры 6, цепного конвейера 2 с люльками 7 и приводного механизма (рис. 54). Цепной конвейер 2 представляет собой две пластинчатые шарнирные цепи, натянутые на три вала - передний 1, приводной задний 4 и натяжной ведомый 3. Между цепями подвешены люльки 7. Для выпечки формового хлеба люльки выполняют в виде рамок, в которые вставляют секции из форм, а для подовых изделий - люльки с подиками.

Прерывистое движение конвейера позволяет в момент остановки произвести загрузку тестовых заготовок и выемку готовых изделий. Для увлажнения среды пекарной камеры 6 в первой зоне над четырьмя люльками установлена гребенка трубок. Избыток пара из пекарной камеры удаляется через канал, перекрываемый шибером. Горячие газы движутся по

нижнему каналу, поднимаются по двум боковым и направляются в каналы верхнего газохода.

Цепной конвейер представляет собой две пластинчатые шарнирные цепи с шагом 140мм, перекинутые через три пары чугунных цепных блоков, укрепленных на стальных валах. Между цепями подвешены люльки. Для выпечки формового хлеба люльки делают из уголкового стали в виде рамок, в которые вставляют секции из форм, а для подовых изделий используют люльки с подиками из листовой стали с бортами с трех сторон. При выпечке подовых изделий в печи размещаются 24 люльки шириной 1920мм и длиной 350мм. Для выпечки формовых изделий на конвейере размещается 36 люлек длиной 220мм, с шагом их подвески 280мм. На такой люльке устанавливаются 16 форм размером 235x115мм.

Приводная станция конвейера печи состоит из электродвигателя и редуктора, соединенного с двигателем ременной передачей. От редуктора с помощью цепной передачи движение передается приводному валу конвейера. Печь снабжена также ручным приводом.

При загрузке печи тестовыми заготовками и выгрузке изделий конвейер стоит, потом начинает двигаться с постоянной скоростью, затем опять останавливается для очередной загрузки и разгрузки. Продолжительность выпечки регулируют изменением продолжительности выстоя с помощью реле времени в пределах 10...100мин. Конвейер останавливается автоматически с помощью концевого выключателя в тот момент, когда очередная люлька подходит к посадочному отверстию печи.

### Печь ХПА-40

Печь ХПА-40 (рис. 55) имеет комбинированную систему обогрева, состоящую из пароводяных трубок и каналов.

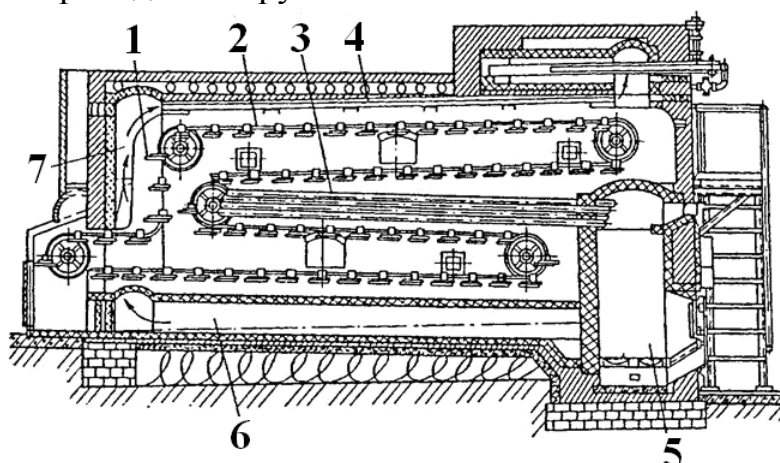


Рис. 55. Хлебопекарная печь ХПА-40

Такая система имеет определенные преимущества по сравнению только с пароводяным обогревом, так как в этом случае температура уходящих газов при всех прочих условиях значительно ниже. Достоинством этой комбинации является также возможность подбора желаемой степени

экранирования топки в зависимости от рода и качества сжигаемого топлива. При пароводяном обогреве большая степень экранирования топки затрудняет сжигание топлива с высокой зольностью и влажностью.

При использовании пароводяных трубок и каналов с малым термическим сопротивлением (металлических) система обогрева имеет относительно небольшую тепловую инерцию, что позволяет быстро разогревать печь и изменять тепловой режим в пекарной камере. Кроме того, комбинация пароводяных трубок и каналов позволяет удобно компоновать поверхности теплообмена относительно конвейера.

Печь оборудована четырехниточным цепным люлечным конвейером 2, к которому подвешено 100 люлек 1 с шагом между подвесками люлек 280мм. Печной конвейер приводится в движение через вариатор скорости, при помощи которого длительность выпечки можно регулировать от 40 до 65мин. Грузовая натяжная станция обеспечивает постоянное натяжение цепей.

Два кирпичных канала 6 расположены внизу камеры, а 9 дымогарных труб 4 диаметром 150мм - под ее верхним перекрытием. В средней части камеры установлено 110 нагревательных трубок 3 в виде четырехрядного нагревательного пучка длиной 5300мм с шагом по вертикали 85мм, по горизонтали 70мм и с уклоном 40мм на 1м.

Дымовые газы, отдав часть теплоты нагревательным трубкам, из топки 5 поступают в каналы 6, затем газы поднимаются по вертикальным каналам 7 в дымогарные трубы и, отдав часть теплоты водогрейным котелкам, направляются в дымовую трубу.

#### Печь П-104

Печь П-104 (рис. 56) относится к группе тупиковых конвейерных люлечно-подиковых печей средней мощности с электрообогревом.

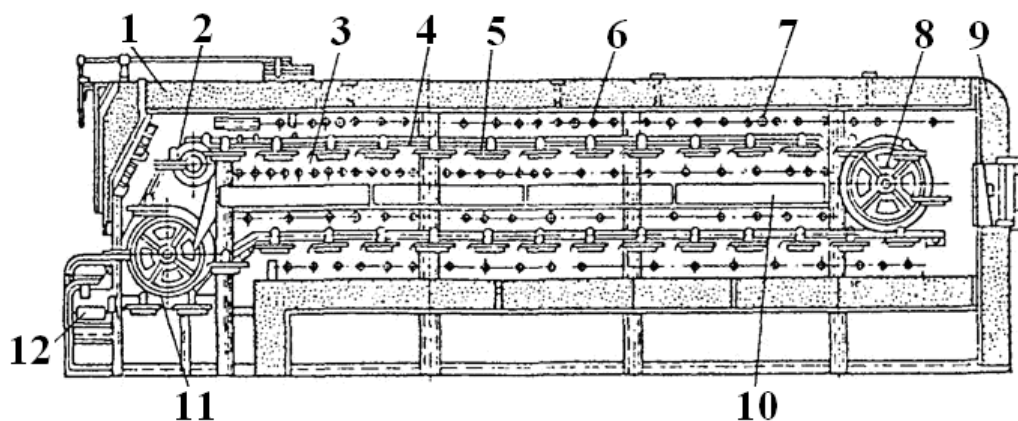


Рис. 56. Хлебопекарная печь П-104

Печь предназначена для выпечки широкого ассортимента хлебобулочных, бараночных и мучных кондитерских изделий.

Печь состоит из блочно-каркасного ограждения 1 и пекарной камеры

3, в которой размещен двухниточный конвейер 4 с втулочно-роликовыми цепями с шагом 140мм. На конвейере через каждые три звена подвешены 34 люльки 5 размером 1920х350мм со съемными подиками. Передний вал 11 конвейера приводной, а задний 8 - натяжной. Валы опираются на подшипники качения, которые у приводного вала вынесены за пределы печи, а у натяжного - расположены в нишах боковых панелей. Направляющие звездочки 2 крепятся на консольных осях. Равномерно-прерывистое движение конвейера печи осуществляется с помощью реле времени и концевого выключателя, установленного у приводной звездочки. Привод печи состоит из электродвигателя, клиноременной и цепной передачи и червячного редуктора.

В первой зоне печи нагреватели разбиты на три группы, одна из которых может быть или включена постоянно, или выключена, или подключена к одной из других групп, управляемых автоматически.

В остальных зонах нагреватели разделены на две группы. При температуре в зоне ниже заданной автоматически включаются все нагреватели, после чего, по достижении нижнего предела заданной температуры, одна из групп отключается, а по достижении верхнего предела отключается вторая группа и температура снижается. Автоматическое регулирование заданной температуры в пекарной камере печи П-104 производится однократными автоматическими показывающими потенциометрами, работающими в комплекте с термopарами.

Боковые стенки печи и верхнее перекрытие представляют собой пустотелые металлические панели 9 толщиной 250мм, заполненные изоляционным материалом - минеральной ватой. Между ветвями конвейера размещены заполненные теплоизоляцией короба 10, которые позволяют создавать более гибкое регулирование температуры по всем зонам выпечки. Тепловой режим выпечки контролируют четыре термопарами 6 и 7.

Увлажнение среды пекарной камеры осуществляется паром, который подается тремя паровыми коллекторами (гребенками), размещенными по ходу конвейера (от посадочного отверстия). Тестовые заготовки увлажняются на первых четырех люльках, т.е. в течение первых 2...2,5мин. В печи предусмотрен узел 12 автоматической разгрузки готовых изделий

### **Хлебопекарные печи туннельного типа**

К тоннельным печам относятся печи ПХС-25, ПХС-40, БН, Г4-ПХЗС, АЯ-ХПЯ-25, АЯ-ХПЯ-50 и др. Печи ПХС, Г4-ПХЗС выпускаются с канальным обогревом и сетчатым подом, а печи БН — с газовым и электрообогревом. Эти печи относятся к печам средней или большой производительности для выработки широкого ассортимента изделий. Печи АЯ-ХПЯ-25 и АЯ-ХПЯ-50 с электрообогревом используются для выпечки широкого ассортимента изделий.

#### **Печь ПХС-25М**



Печь (рис. 57) состоит из пекарной камеры 11, конвейера 2, топочных устройств и каналов для обогрева. Каркас и обшивка печи металлические, теплоизоляционное заполнение 4 - из минеральной ваты. Ленточный конвейер печи изготовлен из стальной спирально-стержневой сетки, натянутой на два барабана: приводной 1 и натяжной 9. Печь оборудована двумя независимыми обогревательными системами, одна из которых обслуживает короткую посадочную зону печи, а вторая - остальную часть печи. В каждую систему входят топка 7 со смесительной камерой, вентилятор рециркуляции 6, греющие 10 и транспортирующие 5 и 12 каналы, а также регулирующие устройства. Топки приспособлены для сжигания газа и жидкого топлива.

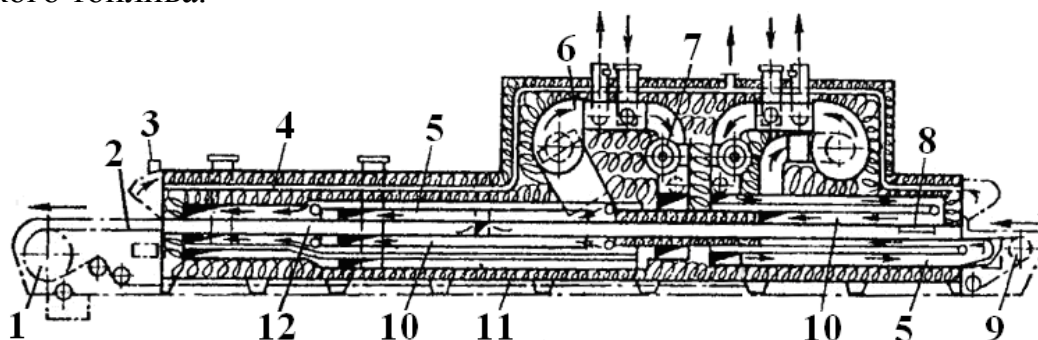


Рис.57. Хлебопекарная печь ПХС-25М

В зоне посадки тестовых заготовок в пекарную камеру установлено пароувлажнительное устройство 8, состоящее из ряда перфорированных трубок, по которым пар поступает из котельной хлебозавода. По торцам печи установлены вытяжные зонты 3.

### Печь ХПС

Печь ХПС (рис. 58) с электрообогревом предназначена для выпечки хлебных изделий широкого ассортимента и представляет собой блочно-каркасную конструкцию с засыпной термоизоляцией из минеральной ваты.

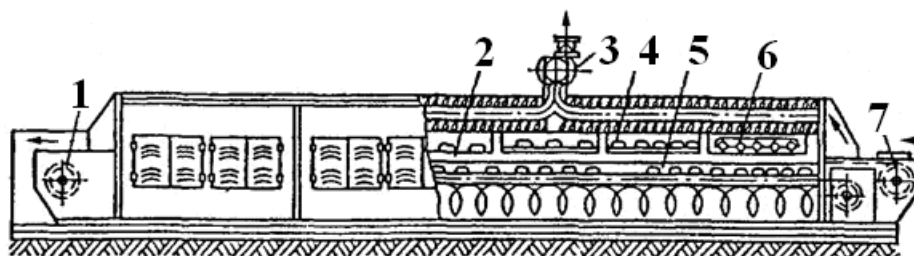


Рис. 58. Хлебопекарная печь ХПС

Печь состоит из пекарной камеры 2, разделенной на четыре секции, сетчатого конвейерного пода 5, приводной 1 и натяжной 7 станций, нагревательных элементов 4 и системы контрольно-измерительных приборов и автоматики. Под печи изготовлен из стальной сетки, которая прикреплена к двум бесконечным цепям. Над и под сетчатым подом установлены элект-

тронагреватели общей мощностью 240кВт. Пароувлажнительное устройство 6 состоит из восьми перфорированных труб. По всей длине печи в верхней ее части размещен вентиляционный канал вытяжного устройства 3, отводящий паровоздушную смесь в начале и конце пекарной камеры.

Недостатками этих печей являются интенсивная вентиляция пекарной камеры и недостаточно эффективное устройство для гигротермической обработки тестовых заготовок

### **Расстойно-печные агрегаты**

Для выпечки формового хлеба из ржаной, пшеничной муки и их смеси на базе печей ФТЛ-2, ХПА-40 и некоторых других применяются расстойно-печные агрегаты, представляющие собой шкафы окончательной расстойки, объединенные с печами общим конвейером. Они позволяют механизировать процессы посадки тестовых заготовок, расстойки, выпечки и выгрузки готовой продукции.

### **Расстойно-печной агрегат П6-ХРМ**

Расстойно-печной агрегат П6-ХРМ (рис. 59) состоит из автопосадчика 1, конвейерного шкафа расстойки 2 и печи 4, объединенных общим цепным конвейером с люльками, к которым прикреплены формы.

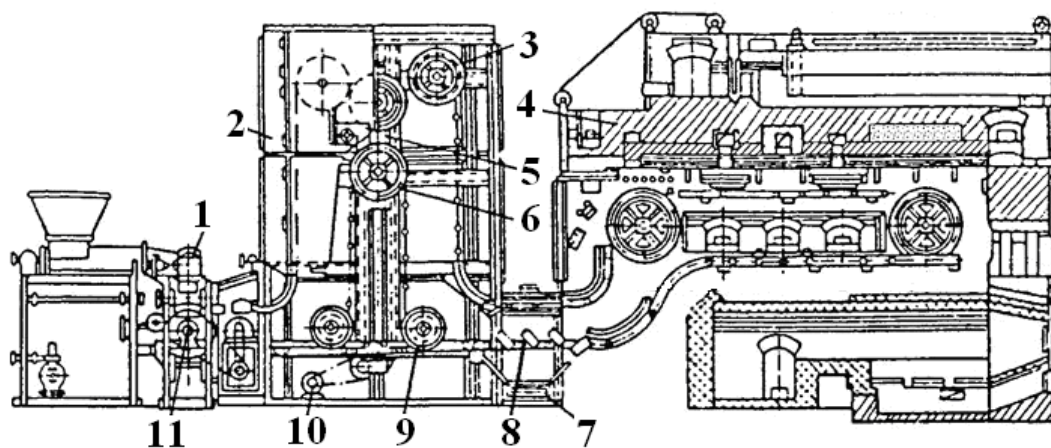


Рис. 59. Расстойно-печной агрегат с печью П6-ХРМ

Всего на конвейере агрегата для выпечки формовых изделий из пшеничной муки размещено 119 люлек, из них рабочих 47 в печи и 38...47 в шкафу расстойки. Для выработки хлеба из ржаной муки на конвейере агрегата расположено 98 люлек, в том числе рабочих в печи - 47 и в шкафу расстойки - 31.

В шкафу расстойки конвейер с люльками расположен вертикально. Конвейер состоит из роликовой цепи с шагом 140мм, двух верхних 3 и двух нижних 9 оттяжных блоков и передвижной каретки 5с двумя блоками 6 для изменения продолжительности расстойки. Приводной вал 11 со звез-

дочками вынесен за пределы шкафа, где расположен приводной механизм агрегата.

При крайнем верхнем положении каретки 5 в шкафу находится 38 люлек, что соответствует минимальной продолжительности расстойки, при нижнем положении каретки 5...47 люлек, что соответствует максимальной расстойке, превышающей продолжительность выпечки на 22%. Перемещение каретки осуществляется вручную рукояткой винтового механизма или с помощью электродвигателя 10.

Для создания внутри шкафа оптимальных условий (температуры и влажности воздуха) предусмотрены трубчатый радиатор и пароувлажнитель.

Конвейер агрегата приводится в движение от электродвигателя через редуктор, пару цилиндрических шестерен и цепную передачу. При аварийном отключении электроэнергии можно использовать ручной привод

Выгрузка хлеба из форм на ленточный транспортер 7 производится автоматически при помощи роликового копира 8. Продолжительность выпечки регулируется реле времени в пределах от 10 до 100 мин.

#### **Упек хлеба**

Это потери массы теста (%) при выпечке, которые выражаются разностью между массами теста и горячего хлеба, отнесенной к массе теста. Около 95% этих потерь приходится на влагу, а остальная часть - на спирт, диоксид углерода, летучие кислоты и др. Упек составляет 6...14% и зависит от формы хлеба: у формового хлеба он меньше, чем у подового. Для снижения упека увеличивают массу хлеба, а на завершающем этапе выпечки повышают относительную влажность воздуха и снижают температуру в пекарной камере.

#### **Контрольные вопросы**

1. Классификация хлебопекарных печей.
2. Устройство камеры сгорания.
3. Устройство пекарной камеры.
4. Устройство пода печи.
5. Теплопередающие устройства пекарной камеры.
6. Устройство печи ФТЛ-2.
7. Устройство печи ХПА-40.
8. Устройство печи П-104.
9. Устройство печи ПХС-25М.
10. Устройство печи ХПС.
11. Устройство расстойно-печного агрегата П6-ХРМ.
12. Упек хлеба.



## Практическое занятие 6

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Цель работы:** Изучение конструкций технологических линий производства макаронных изделий.

**Макароны** - кулинарный полуфабрикат из высушенного пресного пшеничного теста, который перед употреблением в пищу подвергается варке. Ассортимент макаронных изделий подразделяют на типы и виды: трубчатые (длинные, короткорезанные, рожки, перья), нитеобразные (вермишель), ленточные (лапша), фигурные (ракушки, суповые засыпки) и др.

Основным сырьем для производства макарон является пшеничная мука, а также питьевая вода. Для повышения пищевой ценности макарон иногда используют дополнительное сырье: яйцепродукты, белковые смеси и другие пищевые добавки-обогащители. Применяется мука из твердой (дурум) и мягкой стекловидной пшеницы в виде крупки или полукрупки. Некоторые виды макаронных изделий изготавливают из хлебопекарной муки. Дополнительное сырье преобразуют в жидкие промежуточные полуфабрикаты.

Массовые виды макаронных изделий вырабатывают на четырех типах поточных линий. Короткие изделия производят на линиях с конвейерными или барабанными сушилками. Для производства длинных изделий применяют линии с сушкой в цилиндрических кассетах либо с сушкой на бастунах - тонких металлических трубках.

Взаимодействие химических соединений муки и воды является решающим фактором производства и потребления макаронных изделий. При приготовлении теста в макаронную муку влажностью 15% добавляют такое количество воды, чтобы влажность смеси стала 29,5...31,0%. Этот диапазон влажности соответствует наиболее часто применяемому среднему замесу макаронного теста. На первом этапе замеса производится предварительное смешивание компонентов до образования крошкообразной массы. В процессе замеса происходит диффузия воды во внутрь частиц муки, растворение водорастворимых веществ, набухание белков и углеводов, входящих в состав муки. Для протекания этих процессов необходим определенный промежуток времени - выдержка теста. На следующем этапе замеса проходит пластикация сухих, твердых химических соединений муки и образование коллоидной системы - теста. Тесто является, по существу, твердожидким телом, обладает одновременно упругоэластичными и пластично-вязкими свойствами. Для проведения такого сложного преобразования рецептурной смеси в готовое тесто требуются значительные механические воздействия. В условиях механизированного производства мака-

рон второй этап замеса осуществляется шнеками макаронного пресса за счет интенсивного сдвига слоев теста.

Следующая стадия взаимодействия химических соединений муки и воды происходит при сушке отформованных тестовых заготовок макаронных изделий. Непосредственно на выходе из матрицы макаронного пресса пряди заготовок обдувают воздухом для быстрой подсушки поверхности, что снижает пластичность заготовок и придает им упругость и устойчивость к деформациям, слипанию и искривлению. Затем заготовки в течение 0,5...2 часов подвергают предварительной сушке и удаляют от одной трети до половины влаги от того количества, которое должно быть удалено из заготовок. Такое интенсивное обезвоживание за сравнительно короткое время возможно только на первом этапе сушки, когда заготовки еще пластичны и не возникает опасности растрескивания. В результате предварительной сушки происходит стабилизация формы заготовок, предотвращается их закисание, плесневение и вытягивание.

На последующих этапах, чтобы избежать растрескивания и искривления заготовок, требуется более длительный период сушки, снижение скорости испарения влаги с поверхности заготовок до скорости ее диффузии из внутренних слоев к наружным.

При охлаждении высушенных тестовых заготовок условием сохранения их правильной формы являются продолжительные процессы перераспределения температуры и влаги в их объеме. Для этого применяют операции выстаивания (стабилизации) макаронных изделий в соответствующих устройствах.

Готовые макаронные изделия очень гигроскопичны и обладают повышенной адсорбционной активностью. Изделия, предназначенные для длительного хранения, не должны иметь влажность выше 11%. Влажность выше 16% уже становится опасной в отношении плесневения.

Производство макаронных изделий включает следующие основные стадии и операции:

- 1) подготовку сырья к производству - хранение, смешивание, просеивание и дозирование муки;
- 2) приготовление воды и добавок-обогащителей; дозирование и смешивание рецептурных компонентов; вакуумирование крошкообразной смеси;
- 3) замес и прессование теста; формование и резку сырых тестовых заготовок;
- 4) сушку, стабилизацию и охлаждение тестовых заготовок;
- 5) подготовку макаронных изделий к упаковке; упаковывание изделий в потребительскую и торговую тару.

### **Машинно-аппаратурная схема производства макаронных изделий**

На рис. 80 приведена машинно-аппаратурная схема линии производ-

ства короткорезанных макаронных изделий.

Автомуковоз подключают к мукоприемному щитку 6 и загружают муку в один из силосов 5 для ее хранения. С помощью шнековых питателей 4 муку выгружают из различных силосов 5 в нужных пропорциях и смешивают винтовым конвейером 3. После контрольного просеивания в центробежном просеивателе 2 мука через роторный питатель подается воздуходувкой 1 в тестомесильное отделение. Мука отделяется от транспортирующего воздуха в циклоне 7.

Часть воды и добавки-обогащители через дозаторы 28 загружают в смеситель 27, где и приготавливают концентрированную эмульсию. Насосом 26 ее вместе с оставшейся частью воды дозируют в расходный бак 21, снабженный терморегулирующей рубашкой. Из этого бака готовая эмульсия подается насосом 19 в тестомесильное отделение.

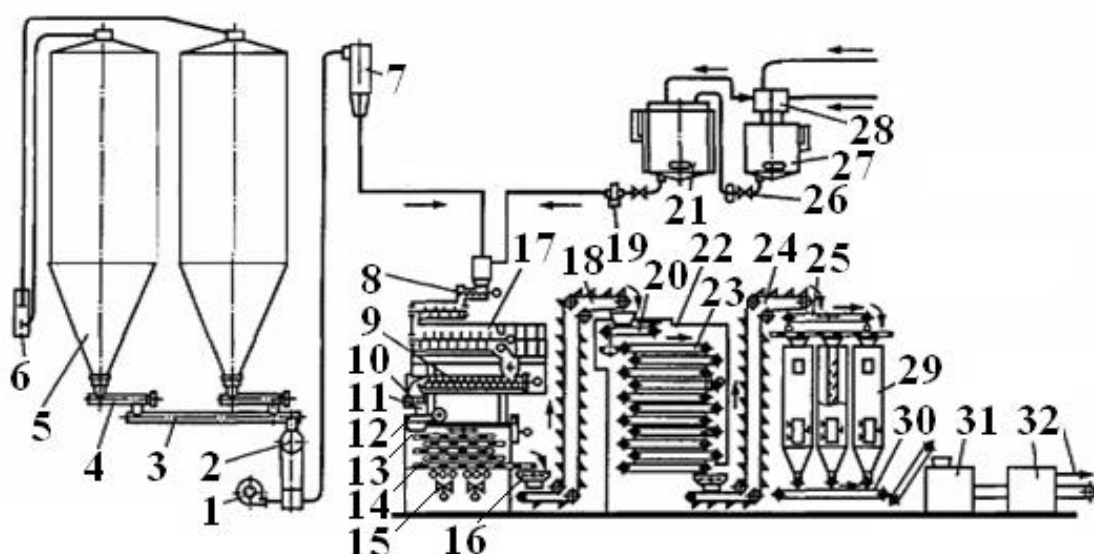


Рис. 80. Машинно-аппаратурная схема производства макаронных изделий

Муку и эмульсию дозаторами 8 непрерывно подают в тестомеситель 17. Он имеет три отдельные камеры, через которые последовательно проходит обрабатываемая смесь, что позволяет увеличить продолжительность замеса до 20 мин. На завершающем этапе замеса в последней камере смесь подвергается вакуумированию при помощи вакуум-насоса. Благодаря этому получается более плотная структура макаронного теста без воздушных включений, а также в дальнейшем высушенные изделия с равнопрочной структурой без раковин.

Затем смесь поступает в шнеки макаронного пресса 9. В начальной части шнековой зоны смесь подвергается интенсивному перемешиванию, передвигаясь по шнековому каналу к формирующим отверстиям матрицы, она превращается в плотную связанную пластифицированную массу - макаронное тесто. В предматричной камере пресса создается давление 6...12 МПа, под действием которого через матрицу 10 выпрессовываются

сырые пряди теста.

Ножи 11, вращаясь в плоскости выходных отверстий матриц, отрезают от тестового потока необходимые по длине тестовые заготовки, которые обдуваются воздухом из кольцевого сопла 12.

Сырые заготовки макаронных изделий направляются в секции вибрационного подсушителя 13. В секции продукт проходит сверху вниз по пяти вибрирующим ситам 14, обдувается воздухом от вентилятора 15 и подсушивается. Затем поток подсушенных тестовых заготовок объединяется в вибролотке 16 и элеватором 18 транспортируется к устройству 20, которое распределяет заготовки равномерным по толщине слоем по всей площади верхнего яруса 23 сушилки 22. Тестовые заготовки, проходя сверху вниз ленточные конвейеры, высушиваются. В зависимости от ассортимента и производительности линии в ее состав включают две или три ленточные конвейерные сушилки, установленные последовательно. В них тестовые заготовки проходят предварительную и окончательную сушку.

После сушки нагретые заготовки элеватором 24 и подвижным ленточным конвейером 25 направляются в бункера 29 накопителя-стабилизатора. В них заготовки постепенно остывают до температуры помещения цеха, при этом происходит выравнивание влагосодержания.

Готовые изделия системой конвейеров 30 подают в фасовочную машину 31 и упаковывают в коробки из картона или пакеты из полимерной пленки. В машине 32 пакеты упаковывают в торговую тару и отправляют на склад.

### **Конвейерная тоннельная сушилка ЛС-2А**

Состоит (рис. 81) из сушильного тоннеля 3 с комплектом осевых вентиляторов 2, двух цепных конвейеров 9 для перемещения продукта 1, транспортера 4 возврата пустых кассет, вентиляционных систем: для подачи воздуха в сушильный тоннель 12 и выброса отработавшего воздуха 11.

Сушильный тоннель 3 представляет собой сборный металлический каркас, внутри которого установлено 12 шкафов, в каждом из которых смонтировано по два осевых вентилятора 6 и 8. Они установлены так, что направление движения воздуха через раструбы 7 в рядом стоящих шкафах было противоположно. Этим достигается изменение направления обдувки воздухом макарон при перемешивании.

С обеих сторон шкафов, через весь тоннель проходят два цепных конвейера. Со стороны загрузки сушилки конвейеры выходят за пределы тоннеля на 1300 мм, со стороны выгрузки к цепным транспортерам подходят роликовые конвейеры 5, которые служат накопителями готовой продукции, в то время, когда упаковка макарон не производится.

Привод 10 правого и левого цепного конвейеров осуществляется от электродвигателей через клиноременный вариатор и три червячных редуктора. Ленточный транспортер возврата расположен в двух горизонтальных и

одной наклонной плоскостях. Привод ленточного транспортера возврата 4 осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и червячный редуктор.

Теплый воздух в количестве  $7000 \text{ м}^3/\text{ч}$  подается в сушильную камеру центробежным вентилятором через калорифер. Отсос отработавшего воздуха из верхней зоны сушилки осуществляется центробежным вентилятором, установленным в конце тоннеля. Необходимым условием работы сушилки является некоторое избыточное давление воздуха внутри сушильного тоннеля, при этом не допускается приток воздуха через створки дверей и другие зазоры, так как это ухудшает качество изделий.

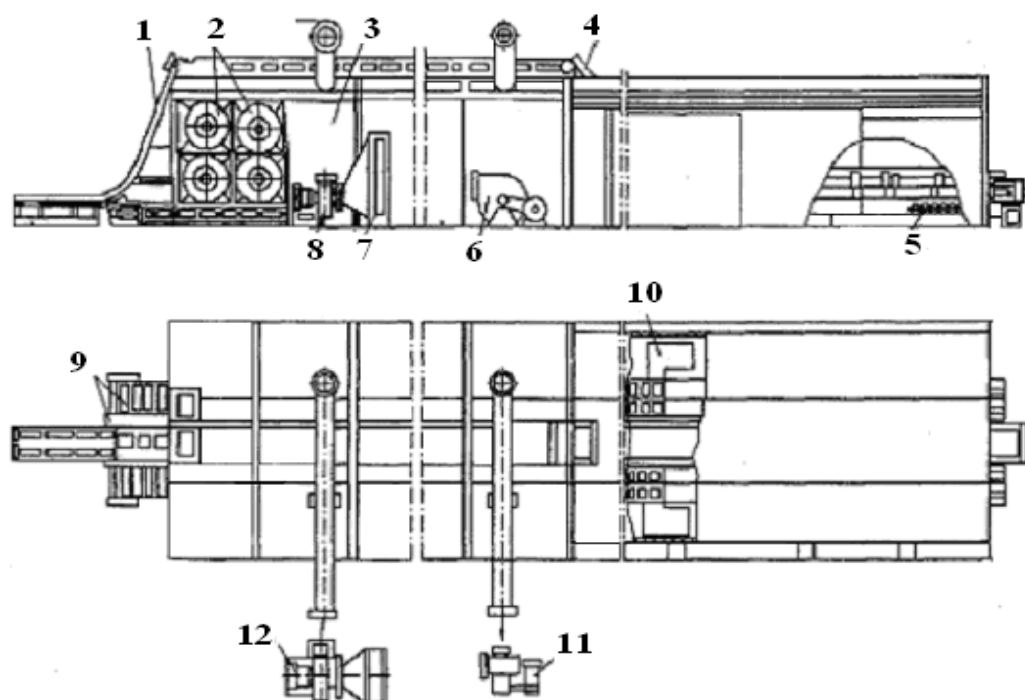


Рис. 81. Конвейерная сушилка ЛС-2А

Сушильный тоннель разделен на две зоны: первая со стороны входа в тоннель - зона предварительной сушки, здесь расположены два шкафа; вторая - зона окончательной сушки, здесь 10 шкафов. Зоны сушки разделены перегородками, имеют створки для прохода стопы кассет.

В обеих зонах сушильного тоннеля автоматически поддерживается необходимая температура ( $35...41^\circ\text{C}$ ) и относительная влажность воздуха ( $55...75\%$ ) путем включения и выключения панели калорифера и количества поступающего пара с помощью электромагнитного вентиля. При производительности сушилки  $375 \text{ кг/ч}$  расход теплоты на сушку изделий составляет  $209...340 \text{ кДж/ч}$ .

### **Автоматизированные линии макаронного производства**

Характерной особенностью современной техники макаронного производства является широкое использование автоматизированных линий,

объединяющих в единый комплекс все технологические операции, что обеспечивает высокую степень механизации и автоматизации производственных процессов, позволяет получать качественные изделия. В зависимости от вида вырабатываемых изделий и установки того или иного оборудования для выпуска этих изделий используют ряд аппаратурно-технологических схем. Наиболее перспективными являются следующие:

- схема производства длинных изделий с подвесным способом сушки на линиях Б6-ЛМВ и Б6-ЛМГ,
- схема производства коротких изделий с сушкой на ленточных транспортерах на линии Б6-ЛКС.

В состав этих линий входит единая мучная система для подготовки муки и ее транспортирования на производство, которая принципиально не отличается от применяемой на хлебозаводах, поэтому в дальнейшем ее описание не приводится.

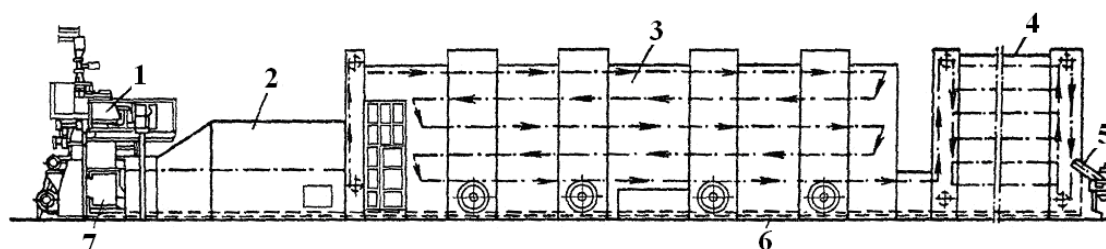


Рис. 82. Автоматизированная поточная линия Б6-ЛМГ

При производстве длинных макаронных изделий на автоматизированной поточной линии Б6-ЛМГ (рис. 82) мука и вода дозируются в тестосмеситель шнекового пресса 1 для замеса теста. Затем тесто прессуется через матрицу и поступает на разделку в саморазвес 7, где сырые изделия развешиваются на бастуны, подрезаются и обдуваются воздухом. После высушивания в предварительной 2 и окончательной 3 сушилках изделия направляются в стабилизатор-накопитель 4, затем в машину для съема 5 с бастунов и резки и далее на фасовочно-упаковочное оборудование, после чего транспортирующими механизмами направляются в механизированный склад готовой продукции. Специальный механизм 6 возвращает пустые бастуны в начало линии.

При производстве коротких изделий на автоматизированной поточной линии Б6-ЛКС (рис. 83) процессы приготовления теста и его прессования не отличаются от рассмотренных выше. Замес и прессование теста проводятся в шнековом прессе 2. Ножи, вращающиеся по поверхности матрицы, обрезают изделия, которые двумя потоками направляются в виброподсушиватель 3. Затем изделия наклонным элеватором 4 подаются на верхнюю ленту предварительной сушилки 5, где находятся девять нейлоновых транспортеров. Пересыпаясь с верхней ленты на нижние, изделия обдуваются воздухом, нагреваемым в нижней зоне сушилки калориферами

и проходящим над слоями изделий. Затем с помощью наклонного элеватора 6 изделия поступают на верхнюю ленту окончательной сушилки 7, где высушиваются на одиннадцати транспортерах. Далее изделия наклонным элеватором 8 направляются в стабилизатор-накопитель 9, состоящий из восьми бункеров, откуда через вибробункер 10 они идут на фасование. На этой линии можно вырабатывать штампованные изделия путем предварительного выпрессовывания двух тестовых лент, которые поступают в две штампмашины 1, оборудованные штампами разных видов.

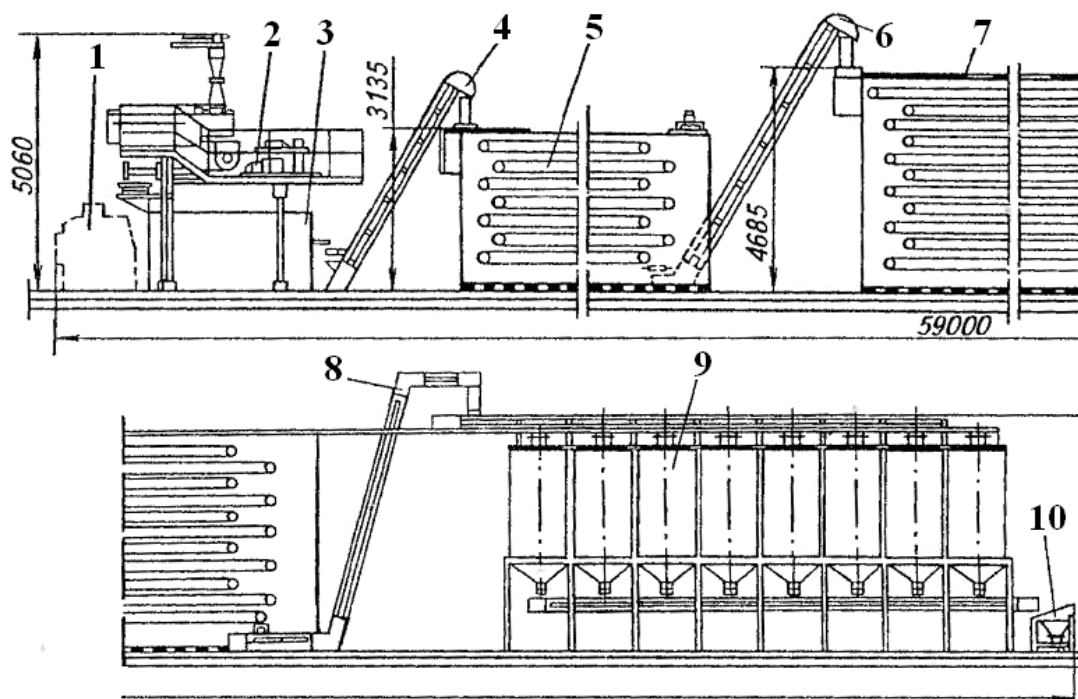


Рис. 83. Автоматизированная поточная линия Б6-ЛКС

В промышленности кроме перечисленных схем макаронные изделия получают и другими способами. Длинные изделия можно вырабатывать на автоматизированных линиях с предварительной сушкой на рамках и окончательной в цилиндрических кассетах, что позволяет получать абсолютно прямые изделия и полностью ликвидировать сухие отходы. Можно производить длинные изделия с сушкой в лотковых кассетах. Этот способ требует больших затрат ручного труда, однако он довольно широко применяется в промышленности, ибо не требует сложного оборудования и больших производственных площадей. В этом случае выпрессовываемую прядь изделий с помощью маятникового стола укладывают в кассеты и разрезают ножом. Далее кассеты с изделиями устанавливают на вагонетки, которые отвозят их в сушильное отделение.

Широкое применение в промышленности нашла схема производства коротких изделий на комплексно-механизированных линиях. Подобная линия состоит из шнекового пресса и сушилki непрерывного действия. Выпрессованные изделия нарезаются и подаются на верхнюю ленту су-



шилки. Постепенно пересыпаясь с верхней ленты на низлежащие, они обдуваются нагретым воздухом. Высушенные изделия охлаждаются в виброохладителях или на ленточных транспортерах и подаются в упаковочное отделение.

### **Контрольные вопросы**

1. Ассортимент макаронных изделий.
2. Сырье для производства макарон.
3. Четыре типа поточных линий для производства макарон.
4. Машинно-аппаратурная схема линии производства короткорезанных макаронных изделий.
5. Конвейерная тоннельная сушилка ЛС-2А.
6. Схема производства длинных изделий с подвесным способом сушки на линии Б6-ЛМГ.
7. Схема производства коротких изделий с сушкой на ленточных транспортерах на линии Б6-ЛКС.

## Практическое занятие 7

### ШНЕКОВЫЕ МАКАРОННЫЕ ПРЕССЫ

**Цель работы:** Изучение конструкций шнековых макаронных прессов.

Технологическая цель формования - придание тестовому полуфабрикату формы, характерной для вырабатываемого вида макаронных изделий. Основным способом формования является прессование макаронного теста на шнековых экструдерах (прессах). В зависимости от формы и размеров формующих отверстий матриц прессованием получают следующие виды макаронных изделий: трубчатые, нитеобразные, лентообразные и фигурные.

Некоторые фигурные изделия плоской или пространственной формы могут изготавливаться способом штампования, который заключается в высечке на штампованной из тестовой ленты изделий необходимой формы. Этот способ не получил широкого применения.

Шнековый макаронный пресс представляет собой агрегат, в состав которого кроме прессующего устройства входят дозаторы муки и воды, а также тестосмесители. Прессы классифицируют по числу камер тестосмесителя (одно-, двух-, трех- и четырехкамерные), по числу прессующих шнеков (одно-, двух- и четырехшнековые), по форме матрицы (круглая или прямоугольная).

Основной рабочий орган прессующего устройства - шнек. При его вращении тесто перемещается к головке пресса. Матрица, установленная в нижней части головки пресса, пропускает только 10...20% нагнетаемой шнеком массы теста. Вследствие этого и в головке, и в шнековой камере возникает противодействие, в результате чего тесто уплотняется и превращается в связанную плотную тестовую массу. Затем тесто продавливается через отверстия матрицы в виде прядей отформованных сырых макаронных изделий.

При нагнетании происходит разогрев теста в результате интенсивного трения о лопасти вращающегося шнека. Для снижения температуры теста во время работы пресса в водяную рубашку шнековой камеры, примыкающей к прессовой головке, подают холодную воду. После длительных остановок пресса водяную рубашку используют для подогрева шнековой камеры перед началом прессования теста.

Нормальная работа прессов обеспечивается при давлении в прессующих устройствах до 12 МПа. Температура охлаждающей воды на выходе из рубашки должна быть на уровне 25...35°C. При увеличении давления прессования вышеуказанных значений необходимо установить причину и немедленно устранить ее (чаще всего это наблюдается при работе с тестом низкой влажности или с холодным тестом).

Большое значение имеет обеспечение постоянного давления теста по всей рабочей поверхности матрицы, что существенно влияет на скорость прессования полуфабриката и снижение количества возвратных отходов, достигающих в отдельных случаях 20...25%. В этом отношении формование через прямоугольные матрицы по сравнению с круглыми имеет следующие особенности.

Осесимметричный, сравнительно небольшого диаметра, поток теста из шнековой камеры направляется в предматричную зону, которая представляет собой длинную камеру - тубус, на дне которого располагается матрица. Переход теста в тубус выполнен в виде нескольких труб, подающих тесто в разные зоны тубуса. При этом крайние трубы имеют большую длину, средние - меньшую. Это ведет к тому, что давление в разных зонах тубуса неодинаковое: в центре - больше, на периферии - меньше. Естественный путь выравнивания сопротивлений труб состоит в применении подводящих труб разного диаметра - меньшего для более коротких, среднего и большего - для более длинных, крайних.

Другой конструктивный вариант перехода из шнековой зоны в тубус предусматривает в средней части тубуса наличие перегородки, в которой имеется узкая щель, ведущая в расположенную под ней предматричную зону.

Для эффективной работы шнека необходимо облегчить осевое движение полуфабриката и снизить возможность проворачивания теста. С этой целью полируют внутренние поверхности шнекового корпуса и вдоль них наносят рифли, затрудняющие вращательные движения тестовой массы. Во избежание чрезмерного возрастания обратного движения теста, рифли должны быть неглубокими. Кроме этого, необходимо уменьшать прилипание теста к винтовой поверхности шнека, что достигается шлифовкой или хромированием.

## **Конструкции шнековых прессов**

### **Пресс ЛПЛ-2М**

Распространенная конструкция пресса отечественного производства. Пресс (рис. 84) состоит из горизонтального одношнекового экструдера 6, однокамерного тестосмесителя 2 и дозирочного устройства 1, размещенных на общей станине.

Внутри экструдера установлен однозаходный прессующий шнек длиной 1400мм, диаметром 120мм, с шагом витка 100мм. На корпусе экструдера закреплена головка 3 для установки круглой матрицы 4. Снизу к головке двумя винтовыми домкратами прижимается кольцо матрицедержателя. Винт одного из домкратов служит осью, относительно которой в отжатом положении матрицедержатель может быть повернут с целью установки или снятия матрицы. В средней части шнек имеет разрыв винто-

вой плоскости, где встроена шайба, обеспечивающая движение теста по перепускному каналу 5, предназначенному для удаления воздуха из теста.

Дозировочное устройство состоит из шнекового дозатора муки и роторного дозатора воды, который имеет крыльчатку с карманами. При вращении ротора в баке вода заполняет карманы и при дальнейшем повороте через продольные отверстия вала сливается в тестосмеситель пресса.

Вакуумная система пресса предназначена для обеспечения остаточного давления (разрежения) воздуха в перепускном канале прессующего корпуса с целью удаления паровоздушной смеси и получения плотной структуры полуфабриката.

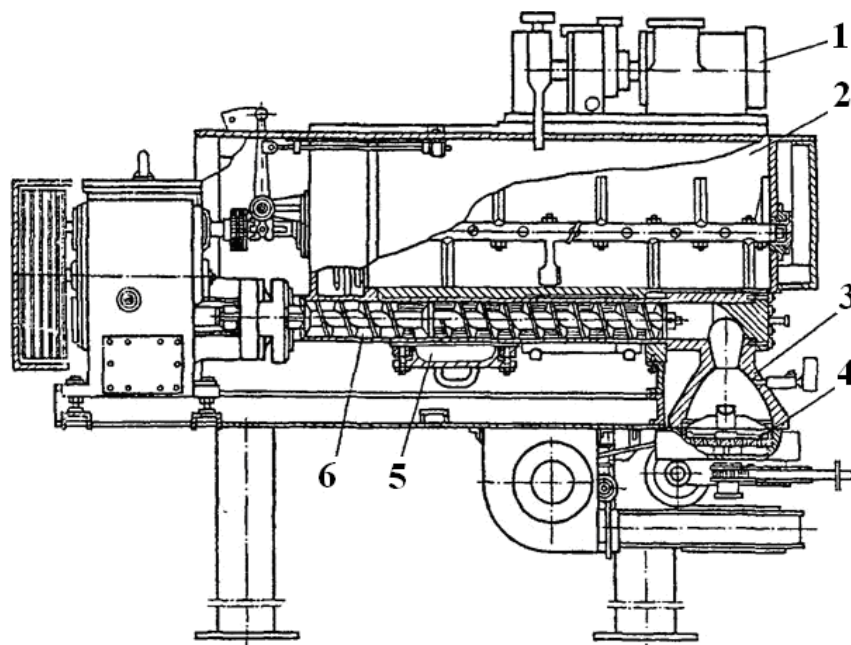


Рис. 84. Пресс ЛПЛ-2М

Основными недостатками пресса ЛПЛ-2М являются недостаточная продолжительность замеса и низкая эффективность вакуумирования полуфабриката.

### **Пресс ЛПШ-500**

Пресс ЛПШ-500 (рис. 85) имеет более совершенную конструкцию, так как оснащен трехкамерным тестосмесителем. Вакуумирование полуфабриката в нем происходит не в корпусе шнека, а после первой камеры смесителя. Пресс состоит из следующих узлов: дозировочного устройства 7, тестосмесителя 2 с приводом 3, прессующего шнека 4 с приводом 8, головки 5 для круглых матриц с механизмом их смены и обдувочного устройства 6. Все узлы смонтированы на станине 7.

Дозировочное устройство 1 состоит из шнекового дозатора муки и черпакового дозатора воды, совмещенных на одном полой валу. Дозирование муки осуществляется изменением частоты поворотов шнека-

дозатора. Регулирование расхода воды осуществляется изменением уровня в емкости дозатора поворотом регулятора и частотой вращения вала посредством храпового механизма.

Три камеры тестосмесителя 2 расположены вдоль продольной оси прессующего шнека 4. В первой камере происходит интенсивный предварительный замес и подача теста с помощью лопаток через роторный вакуумный затвор во вторую и третью камеры, которые работают под разрежением. Вторая и третья камеры соединены между собой по направлению движения теста перегрузочным окном. Привод валов тестосмесителя осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу, редуктор и систему цепных передач. Привод дозаторов производится от вала первой камеры тестосмесителя с помощью цепной передачи

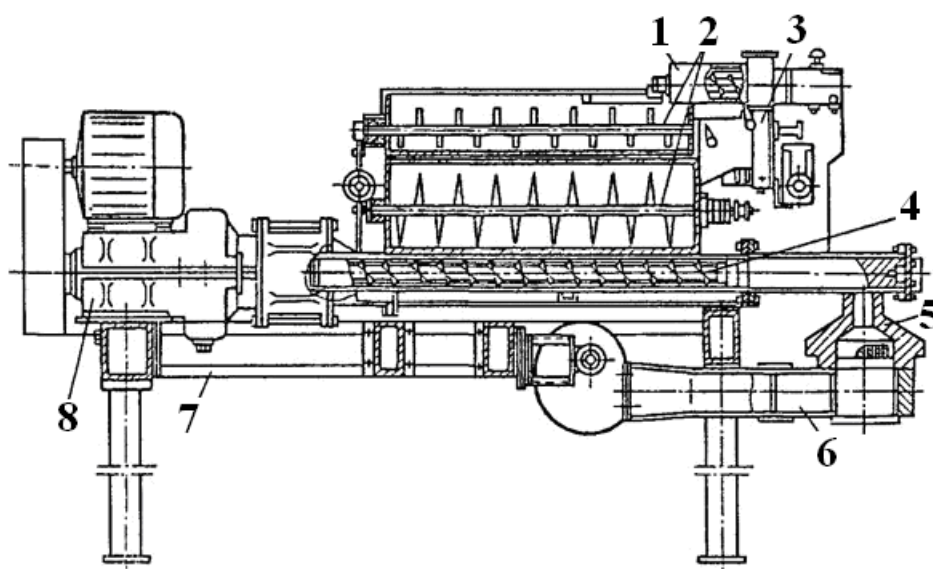


Рис. 85. Пресс ЛПШ-500

Корпус прессующего шнека выполнен из стальной трубы, на концах которой установлены два фланца для крепления прессующей головки и редуктора шнека. В зоне наибольшего давления, ближе к головке, корпус имеет охлаждающую рубашку. В противоположной части корпуса расположено отверстие для поступления полуфабриката из третьей камеры смесителя. Тесто, поступающее в шнековую зону, в начальной ее части дополнительно перемешивается за счет интенсивного сдвига слоев. Проходя дальше, оно все больше уплотняется и становится равномерным по плотности. По всей длине корпуса на его внутренней поверхности выполнено 12 аксиально расположенных канавок сечением 0,8х1,0мм.

Прессующий шнек 4 однозаходный с трехзаходным звеном на конце. По длине шнека имеется два участка с разрывом витка по 180мм. Шнек приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу и трехступенчатый двухскоростной редуктор.

Прессующая головка 5 куполообразной формы, литая, для одной

круглой матрицы, снабжена механизмами смены матриц, резки и обдувочным устройством 6. В корпусе головки встроено устройство для ее обогрева в момент пуска.

Механизм смены матриц состоит из горизонтальной направляющей, электродвигателя, червячного редуктора и двух тяговых винтов, соединенных с траверсой. Величина хода траверсы и центровка устанавливаемой матрицы регулируются двумя конечными выключателями. Включение механизма заблокировано с положением режущих ножей относительно нижней плоскости матрицы: только при опущенных вниз на необходимое расстояние ножах можно включить электродвигатель механизма смены матриц.

Обдувочное устройство 6 состоит из центробежного вентилятора с электродвигателем и кольцевого сопла с круглыми отверстиями. Подаваемый вентилятором в кольцевое сопло воздух выходит через отверстия и обдувает прядь сырых макаронных изделий.

Система трубопроводов состоит из четырех магистралей: для воды холодной, горячей, слива воды и вакуумной установки. Холодная вода подается в дозатор на замес теста и в рубашку прессующего корпуса для охлаждения, горячая вода - в дозатор на замес теста. На линию слива поступают излишки неиспользованной воды от дозатора, а также вода из рубашки прессующего корпуса.

Электроаппаратура пресса располагается в отдельном шкафу, установленном на полу вблизи пресса. Пресс работает от пульта управления, расположенного на площадке обслуживания.

### **Пресс ЛПШ-1000**

Пресс ЛПШ-1000 (рис. 86) является универсальной конструкцией, так как комплектуется двумя прессующими головками для круглых матриц с механизмами их смены, обдувочным устройством и механизмом резки для каждой головки или тубусом 7 для двух прямоугольных матриц 8 с механизмом их смены и обдувочным устройством 9.

Дозировочное устройство 5 состоит из шнекового дозатора муки и черпакового дозатора воды.

Тестосмесители представляют собой две камеры из нержавеющей стали, в которых перемещение теста осуществляется вращением горизонтальных валов 6 с лопатками. Верхняя малая камера предназначена для смешивания муки и воды, поступающих из дозатора, нижняя сдвоенная камера — для смешивания теста до мелкокомковатой структуры. Решетчатые крышки камер заблокированы с приводом тестосмесителей. В вакуумируемый тестосмеситель 3 тесто направляется роторным затвором 4

Вакуумируемый тестосмеситель 3 установлен над прессующими корпусами 2 перпендикулярно осям верхних камер и снабжен плотно закрывающейся крышкой из органического стекла. Лопатки на валу третьей

камеры расположены симметрично под определенным углом, что позволяет равномерно распределять тесто на два потока и направлять его в прессующие корпуса от центра к торцевым стенкам.

Паровоздушная смесь из третьей камеры отсасывается с помощью вакуум-насоса через установленный на крышке фильтр. Месильные валы двух верхних тестосмесителей и дозатор имеют общий привод. Индивидуальным приводом снабжены ротор затвора и вал вакуумируемого смесителя.

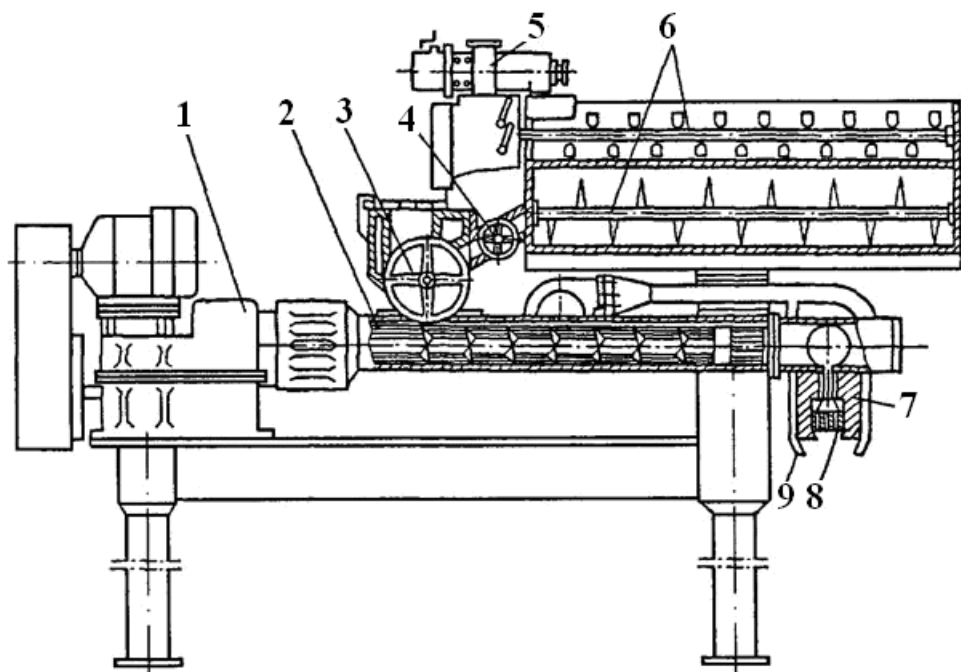


Рис. 86. Пресс ЛПШ-1000

Прессующие корпуса расположены перпендикулярно вакуумируемой камере. На концах прессующих корпусов расположены фланцы для крепления к прессующей головке и редуктору. Корпуса снабжены водяными рубашками с патрубками для подачи и слива воды. Каждый шнек работает от индивидуального привода 1.

Головка пресса для круглых матриц с механизмами их смены, обдучные устройства и механизмы для резки аналогичны таковым в прессах производительностью 500 кг/ч. Корпуса этих устройств имеют правое и левое исполнение.

Прессующая головка тубусного типа представляет собой сварную конструкцию, состоящую из трубы диаметром 130мм, двух патрубков, коллектора и матрицедержателя. На концах патрубков расположены фланцы для присоединения к прессующим корпусам. Коллектор состоит из 20 бронзовых втулок внутренним диаметром 22мм, равномерно распределяющих тесто по длине матрицы. В корпус головки встроена масляная ванна с электронагревателями для подогрева теста в течение 20...25мин. в период



пуска пресса.

Матрицедержатель предназначен для установки двух прямоугольных матриц и оборудован механизмом их смены. Обдувочное устройство состоит из центробежного вентилятора, соединенного воздуховодом с распределительными каналами, закрепленными по обе стороны матрицедержателя. В нижней части каналов по всей длине расположены щелевые отверстия, через которые воздух обдувает выпрессовываемые пряди изделий.

Давление формования на прессах данной конструкции почти в 2 раза выше, чем в прессах ЛПЛ-2М, и составляет 9...12МПа, что позволяет улучшить качество готовых изделий, в частности один из основных его показателей - прочность.

### **Система вакуумирования полуфабриката макаронных изделий**

Вакуумирование макаронного теста может осуществляться непосредственно в шнековой камере пресса (рис. 87). На валу шнека установлена кольцевая шайба 1, перед которой тесто уплотняется и продавливается через перепускной канал 3. В канале создается разрежение путем отсоса воздуха вакуум-насосом через отверстие 2.

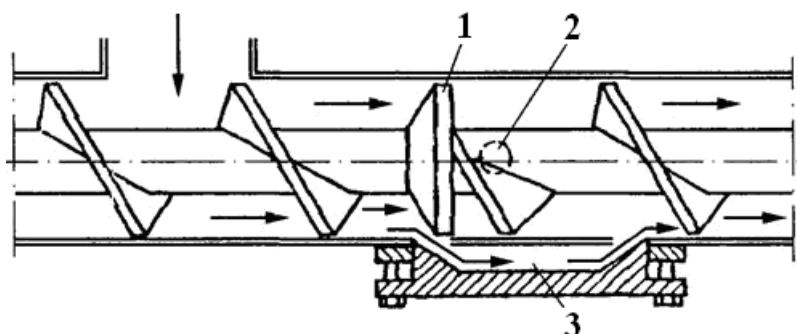


Рис. 87. Схема вакуумирования теста

Вакуумная система пресса ЛПЛ-2М (рис. 87) состоит из водокольцевого вакуум-насоса, системы трубопроводов и вакуумного клапана, устанавливаемого на прессующем корпусе. Основными узлами вакуум-насоса являются статор 2, водопылеотделитель 4, электродвигатель привода насоса 18 и бак-водосборник 19.

Статор представляет собой чугунный цилиндрический корпус, на торцах которого размещены лобовины - всасывающая и нагнетательная. К нижней части всасывающей лобовины присоединена труба 20, опущенная в бак-водосборник и предназначенная для подачи воды к насосу. В верхней части лобовины расположены всасывающее отверстие и обратный клапан 3. К нагнетательной лобовине присоединен трубопровод 17 для выброса из насоса смеси воды и воздуха. В верхней части выхлопной трубы находится воронка 15, через которую вода поступает в насос.

Вакуум-насос, электродвигатель и бак-водосборник устанавливают на фундаменте или металлической раме так, чтобы можно было подавать холодную воду в бак и сливать нагретую воду в канализационную трубу 7. Вакуумный клапан соединяется с вакуум-насосом посредством трубопровода 6.

Перед пуском вакуумной системы наливают водопроводную воду в бак-водосборник до такого уровня, чтобы сливная труба находилась немного ниже уровня воды в баке. Затем в корпус насоса через воронку 15 заливают воду до уровня оси вала и закрывают вентиль 16.

После заполнения тестом шнекового корпуса включают привод вакуум-насоса и закрывают вентиль 5. Через 4...5сек. после включения его открывают. Вакуумный клапан устанавливают в прессующем корпусе над перепускным каналом. Внутри корпуса вакуумного клапана 11 расположен палец 7 диаметром 25мм для очистки витков шнека 8 от налипающего теста. Регулирование зазора между пальцем и пером шнека осуществляется с помощью рукоятки 12, поджимной пружины и накидной гайки 10. Для визуального наблюдения за работой в торцевой части вакуумного клапана имеется смотровое окно 13, закрытое стеклом. В боковой части корпуса установлен штуцер 14 для подключения вакуум-насоса, а с противоположной стороны — второй штуцер 9 для подключения вакуумметра.

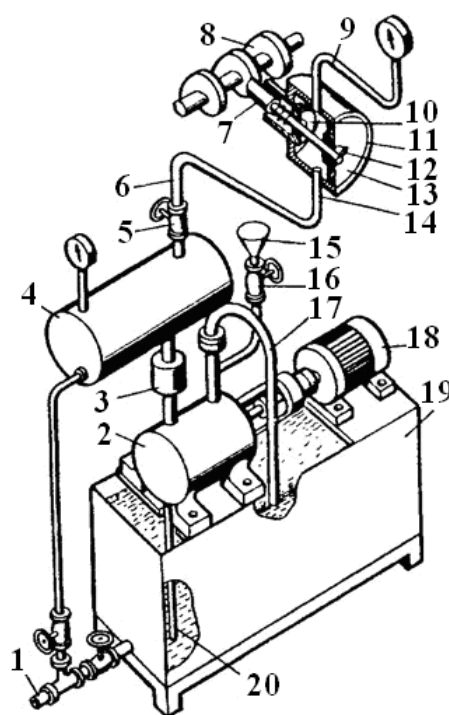


Рис. 88. Вакуумная система прессы ЛПЛ-2М

Эффективность такой системы невелика из-за скоротечности прохождения тестом вакуумируемого пространства. Кроме того, нужно учитывать, что в прессе полуфабрикат имеет весьма плотную структуру.

В дальнейшем стали выпускать прессы, в которых вакуумирование теста проводят в отдельной камере перед поступлением крошковатой массы в шнековую камеру. Отсос воздуха из такой массы весьма эффективен и захватывает весь объем теста.

Наиболее эффективно проводить вакуумирование теста на стадии его замеса при остаточном давлении 10...40кПа и длительности 5...7мин. При этом из теста удаляется, в основном, механически захваченный воздух, находящийся в тесте в виде замкнутых пузырьков. Такой режим обеспечивает величину коэффициента воздухосодержания макаронных изделий в диапазоне 0,8...1,0%. При формировании теста, прошедшего вакуумную обработку, т.е. из которого удалены пузырьки воздуха, повышается прочность сырых изделий на 40%, а прочность сухих изделий — на 20%. Вакуумирование теста с последующим формированием его через матрицы с тефлоновыми вставками, кроме упрочения структуры изделий, приводит к получению более насыщенного желтого цвета готовых изделий.

### **Контрольные вопросы**

1. Классификация макаронных прессов.
2. Шнек. Шнековая камера. Тубус.
3. Устройство и работа пресса ЛПЛ-2М.
4. Устройство и работа пресса ЛПШ-500.
5. Устройство и работа пресса ЛПШ-1000.
6. Система вакуумирования полуфабриката макаронных изделий.
7. Вакуумная система пресса ЛПЛ-2М.

## Практическое занятие 8

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАТЯЖНОГО ПЕЧЕНЬЯ И КРЕКЕРА

**Цель работы:** Изучение конструкции технологической линии по производству затяжного печенья и крекера.

**Затяжное печенье и крекер** - разновидности печенья, имеющие слоистую анизотропную структуру, получаемую при выпечке заготовок, вырезанных из многослойного пласта теста.

Ассортимент крекера разделяют по способам приготовления теста: на дрожжах, на химических разрыхлителях или при совместном применении этих компонентов.

В настоящее время затяжное печенье и крекер вырабатывают на непрерывных поточных линиях, обеспечивающих комплексную механизацию всех технологических процессов.

Ведущей стадией производства затяжного печенья и крекера является получение многослойного пласта теста.

Формирование внутренней структуры слоев происходит при замесе затяжного и крекерного теста, когда создаются условия для более полного набухания белков муки. Этому способствует малое количество сахара и жира в тесте, большая влажность, повышенная температура теста и продолжительный процесс.

Упругие свойства теста существенно влияют на процесс формирования тестовых заготовок. При приложении нагрузки заготовки принимают новую форму, но не способны ее сохранить после снятия нагрузки.

В связи с тем, что изотропная внутренняя структура упругого теста не обладает пластичностью, возникает необходимость получения еще одного полуфабриката, из которого можно отформовать тестовые заготовки для выпечки изделий. Таким полуфабрикатом является многослойный пласт, образованный в результате многократной прокатки и складывания слоев теста.

Поэтому при формировании многослойного пласта обеспечивают получение анизотропной макроструктуры. Для этого пласт теста подвергается прокатке с правильным чередованием поворотов теста на угол 90°. Напряжения, возникающие при этом, равномерно распределяются по продольным и поперечным осям пласта. После снятия нагрузки происходит одинаковое изменение длины и ширины заготовок без существенного искажения формы.

В пласте теста после прокатки, т.е. снятия нагрузки, происходит релаксация - уменьшение и выравнивание внутренних напряжений, вызывающих деформацию тестовых заготовок. Релаксация теста происходит и тогда, когда

оно находится в покое после прокатки пласта. В зависимости от количества клейковины в тесте суммарная продолжительность его выдержки составляет от 2-х до 3-х часов.

В условиях непрерывно-поточного производства возникает необходимость сокращения продолжительности выдержки теста. Для этого в затыжное и крекерное тесто на химических разрыхлителях вводят добавки, быстро ослабляющие упругость клейковины, например, пиросульфит натрия. В дрожжевое крекерное тесто добавляют ферментные препараты (энзимы), которые ускоряют процесс брожения теста, ферментативный распад клейковины и ослабление ее упругости.

Многократная прокатка и складывание пластов затыжного и крекерного теста формируют его слоистую и пористую структуру. При прокатке происходит равномерное распределение воздуха: избыток воздуха удаляется, крупные воздушные полости измельчаются, благодаря чему тесто приобретает мелкопористую структуру. Одним из эффективных способов улучшения качества слоеного теста является введение жировой прослойки между пластами теста при складывании. Жир препятствует склеиванию пластов, которые при растягивании превращаются в тонкие слои.

Следует отметить, что даже после длительной обработки затыжного и крекерного теста проявление его упругих свойств сохраняется, поэтому тестовые заготовки возможно получить только из калиброванного многослойного пласта методом резания.

Производство затыжного печенья и крекера можно разделить на следующие основные стадии и операции:

- 1) подготовку сырья к производству: хранение, темперирование, смешивание, просеивание сыпучих или фильтрование жидких видов сырья;
- 2) измельчение и плавление твердых жиров;
- 3) приготовление растворов пищевых добавок: соли, химических разрыхлителей и др.;
- 4) приготовление дрожжевой разводки;
- 5) дозирование рецептурных компонентов;
- 6) приготовление эмульсии;
- 7) замес теста;
- 8) вылежку затыжного и крекерного теста на химических разрыхлителях для релаксации;
- 9) выстойку крекерного дрожжевого теста для брожения и ферментации;
- 10) приготовление многослойного пласта путем прокатки и складывания слоев теста;
- 11) калибрование многослойного пласта и формование тестовых заготовок;
- 12) выпечку и охлаждение тестовых заготовок;

13) упаковывание готовых изделий в потребительскую и торговую тару.

На рис. 89 показана машинно-аппаратурная схема линии производства затяжного печенья и крекера.

Жидкие рецептурные компоненты (молоко, меланж и др.) после фильтрации хранятся в расходных емкостях 5, из которых насосами 6 загружаются в объемные дозаторы (мерники) 2. Блоки жира растапливают и после фильтрации загружают в расходную емкость 9, снабженную обогревательной рубашкой. Из этой емкости расплавленный жир перекачивают насосом 7 в бункерные весы 1, либо путем переключения кранов 8 осуществляют циркуляцию жира. Она необходима в перерывах между операциями дозирования жира, а также, если температура жира находится за пределами оптимального интервала 38...42°C.

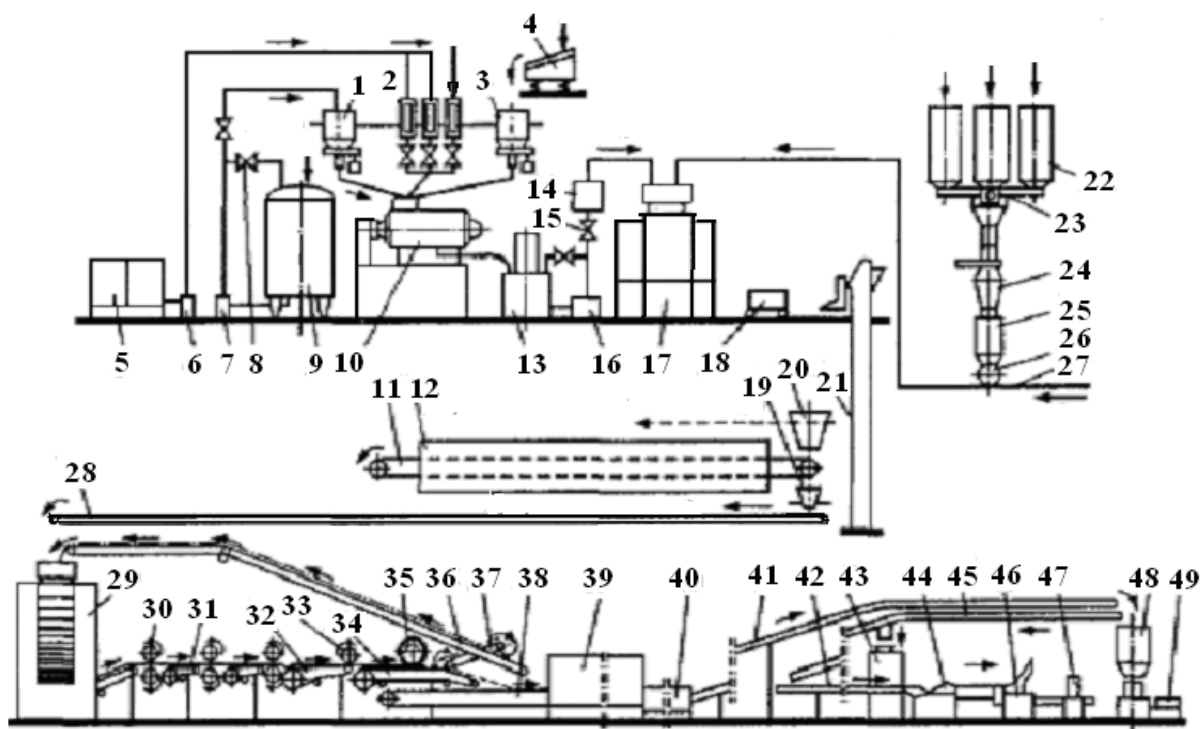


Рис. 89. Машинно-аппаратурная схема производства затяжного печенья и крекера

Просеянный сахар питателем 4 загружают в бункерные весы 3. Для приготовления затяжного и крекерного теста обычно применяют сахар-песок, так как по сравнению с сахарным тестом в затяжном содержится больше влаги, увеличены температура и продолжительность замеса, что улучшает условия растворения кристаллов сахара. Однако применение сахарной пудры предпочтительно.

Мука из разных партий с различным качеством клейковины, крахмал и измельченные возвратные отходы размещаются в бункерах 22.

Для приготовления рецептурной смеси эти сыпучие компоненты в

необходимых соотношениях выгружаются из бункеров 22 при помощи системы питателей 23, взвешиваются на весах 24 и накапливаются в производственном бункере 25. Из него при подаче сжатого воздуха в продуктопровод 27 и при включении роторного питателя 26 взвешенная порция сыпучей мучной смеси подается в загрузочную воронку тестомесильной машины 17.

Эмульсию готовят в эмульсаторе 10, в который последовательно загружают рецептурные компоненты при непрерывном вращении месильной лопасти. Сначала загружают воду, жидкие компоненты и сахар, перемешивают их в течение 2...3 мин. до полного растворения сахара, а затем добавляют жир, химические разрыхлители и ароматизаторы, продолжая перемешивать еще 3...4 мин.

Готовую эмульсию сливают в расходный бак 13, в котором она постоянно перемешивается при температуре 38...40°C. Насосом 16 эмульсию через расходомер 14 дозируют в месильную машину 17 либо путем переключения кранов 15 осуществляют циркуляцию эмульсии в баке 13.

Замес теста производится в тестомесильной машине периодического действия 17. При непрерывном вращении месильных лопастей одновременно параллельными потоками в течение 4...6 мин. загружают в машину 17 эмульсию и мучную смесь. Соотношение рецептурных компонентов должно обеспечить влажность теста для затяжного печенья в пределах 22...26%. Температура теста поддерживается в интервале 38...40°C. Продолжительность замеса затяжного теста составляет 15...18 мин. и разделяется на две стадии: 0,5 мин. при частоте вращения месильных лопастей 28 мин.<sup>-1</sup>, а остальное время - при частоте 56 мин.<sup>-1</sup>. Конкретные значения влажности теста, температуры и продолжительности его замеса зависят от свойств муки, рецептуры и введенных добавок.

За несколько минут до окончания замеса непосредственно в тестомесильную машину 17 добавляют пиросульфит натрия в количестве 0,025...0,050% по массе. Максимальная дозировка этой добавки применяется для сильной муки с содержанием клейковины свыше 34%. К концу замеса порошок пиросульфита натрия или его водный раствор необходимо равномерно распределить по всему объему теста.

Готовое тесто для затяжного печенья благодаря применению пиросульфата натрия не нуждается в выдержке. Его выгружают из тестомесильной машины 17 в подкатные дежи 18, которые затем закрепляют на подъемнике-дежеопрокидывателе 21. В зависимости от компоновки линии тесто может загружаться подъемником 21 непосредственно в приемную воронку ламинатора 29 либо перемещаться с помощью промежуточного конвейера 28 после опрокидывания дежи с тестом в воронку 19.

Замес крекерного дрожжевого теста в машине 17 начинается с загрузки дрожжевой разводки, затем при вращении месильных лопастей в течение 4...6 мин. одновременно и параллельно подают порции эмульсии и



мучной сыпучей смеси. В зависимости от рецептуры и свойств сырья получают дрожжевое тесто влажностью 26...30% при температуре 26...30°C в течение 15...18 мин.

Готовое дрожжевое тесто выгружают из машины 17 в подкатные дежи 18, из которых тесто при помощи подъемника 21 через воронку 20 загружается на пластинчатый конвейер 11 бродильного аппарата непрерывного действия 12. Этот аппарат снабжен автоматической системой поддержания оптимальных параметров воздушной среды в бродильной камере: температура  $(30 \pm 3)^\circ\text{C}$  и относительная влажность  $(75 \pm 5)\%$ . Конвейер 11 обеспечивает перемещение теста от входа к выходу аппарата 12 в течение 2 часов, необходимых для протекания процессов брожения и ферментации теста. Готовое крекерное дрожжевое тесто с конвейера 11 поступает на промежуточный конвейер 28 и затем загружается в приемную воронку ламинатора 29.

Тестовальцующая машина непрерывного действия - ламинатор 29 - состоит из нескольких пар гладких и рифленых валков и системы ленточных конвейеров, смонтированных на общей станине, снабженных регулировочными устройствами и контрольно-измерительными приборами. Ламинатор имеет две приемные воронки, дном каждой из них является пара валков. Они прокатывают две ленты теста, которые поступают на горизонтальный конвейер, накладываются друг на друга и вылеживаются. Затем трижды повторяется операция прокатки и вылеживания двуслойной ленты теста, при этом толщина слоев существенно уменьшается. На выходе из ламинатора выполняется операция многократного слоения полученной ленты с разворотом на  $90^\circ$  и формированием многослойного пласта теста.

Этот пласт калибруется по толщине тремя парами валков 30, соединенных короткими ленточными конвейерами 31. Толщина многослойного пласта постепенно уменьшается и доводится до размера, составляющего 0,5...0,3 толщины готовых изделий. Последняя пара валков имеет гладкие шлифованные поверхности и придает тесту глянец.

Для протекания эластичной деформации прокатанного пласта требуется определенный промежуток времени, поэтому пласт поступает на конвейер 32, длина которого подбирается в зависимости от физических свойств теста. Чтобы тесто не прилипало к валкам, на верхнюю поверхность пласта наносят муку, которая счищается цилиндрической щеткой 33.

Конвейер 34 подает калиброванный многослойный пласт теста под формирующий ротор 35. Он представляет собой цилиндр диаметром около 80 мм, на котором закреплены матрицы с режущими кромками. В корпус каждой матрицы установлено донышко, к которому крепятся трафареты с рисунком и надписью, а также шпильки для прокалывания тестовой заготовки.

Отформованные тестовые заготовки перекладываются без нарушения рядности с конвейера 34 на сетчатый конвейер 38 печи 39. Просечен-

ная лента многослойного пласта теста принимается конвейером 37 и передается на возвратный конвейер 36 для загрузки в одну из приемных воронок ламинатора 29.

Выпечка затяжного печенья продолжается 5...9 мин. при следующих температурах по зонам (°C): 160...180; 280...290; 270...300; 260...290; 250...280. Для мелкого крекера этим параметрам соответствуют значения 2,5...3,5 мин. и 150...180; 200...215; 295...305; 275...285; 230...245°C. Конкретные значения параметров выпечки зависят от производительности печи, рецептуры, размеров тестовых заготовок, влажности теста и готовых изделий и других факторов.

Выпеченное печенье предварительно охлаждается на выступающей части пода печи 40 и передается на многоярусный охлаждающий конвейер 41. На нем при естественных параметрах воздушной среды помещения цеха в течение 4...5 мин. изделия охлаждаются до температуры 40...45°C.

Устройство линии предусматривает три варианта упаковывания продукции в зависимости от ассортимента изделий. Крупные изделия правильной формы проходят два яруса охлаждающих конвейеров 41, 45 и снимаются на горизонтальный конвейер 42, поворачиваются укладчиком (стеккером) 44 на ребро и подаются в заверточную машину 46 для завертки в пачку. Пачки на столе 47 укладывают в картонные коробки. Мелкие изделия загружаются в фасовочную машину 43 для упаковывания в пакеты. Часть незавернутой продукции может загружаться в бункер 48, из которого изделия упаковывают непосредственно в торговую тару - картонные коробки - и взвешивают на весах 49. Короба с готовой продукцией укладывают на тележки или на конвейер и отправляют на склад.

**Штамповально-режущие агрегаты** имеют следующие типы штампующих машин:

- машины легкого типа (с одним ведущим звеном в штампующем механизме) с равномерным и периодическим движением транспортеров;
- машины тяжелого типа (с двумя ведущими звеньями в штампующем механизме); с равномерным и периодическим движением транспортеров.

В соответствии с этим в штампующих механизмах агрегатов применяются штампы легкого и тяжелого типа.

Принципиальная схема **штамповально-режущего агрегата** представлена на рис. 90. Тесто конвейером 2 подается в ламинатор 1, где оно подвергается предварительной прокатке и слоению. Тестовальцующая машина 4 превращает тесто в ленту толщиной 6-7 мм.

Полученная лента теста конвейером 5 перемещается к тестовальцующей машине 6, а затем конвейером 7 - к тестовальцующей машине 8, валки которой прокатывают ленту до толщины, в два раза меньше толщины готового изделия (3,5...4 мм для печенья и 2...3 мм для крекера). Гладкая, шлифованная поверхность валков тестовальцующей машины 8 придает ленте теста глянец.

В результате вальцевания тесто деформируется. При выходе теста из зазора между валками эта деформация частично исчезает. Для исчезновения эластичной деформации требуется время, поэтому тесто поступает на конвейер 9, длина которого подбирается в зависимости от физических свойств теста.

Для устранения прилипания теста к валкам на верхнюю поверхность ленты теста наносят некоторое количество муки, которое счищается цилиндрической щеткой 10. Конвейер 11 подает очищенную ленту теста под штамп 12.

После формования заготовок из тестовой ленты на конвейере 11 находятся как тестовые заготовки, так и обрезки. Обрезки отделяются от заготовок и поступают на конвейер 13 и отводятся к машине 1 конвейером 3, а тестовые заготовки сходят с конвейера 11 на конвейер 14, который чаще всего является сетчатым конвейером - подом печи. Согласованная работа машин агрегата достигается наличием общего привода от одного электродвигателя.

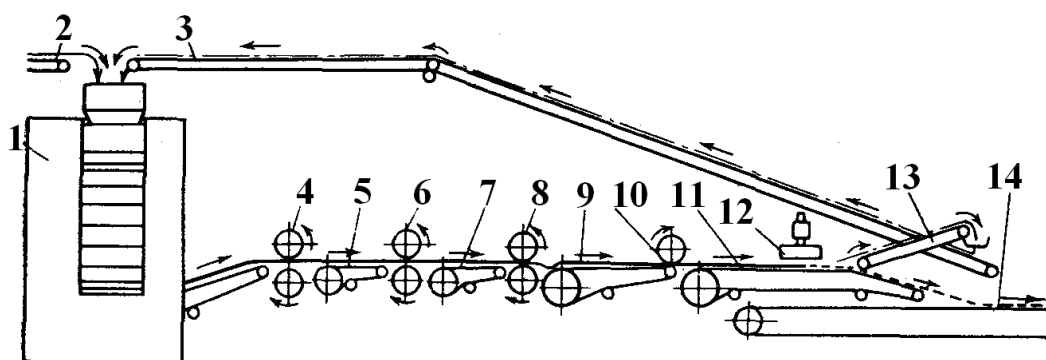


Рис. 90. Принципиальная схема штамповально-режущего агрегата

Штамп легкого типа применяется для формования затяжного печенья. Он состоит из корпуса 9 (рис. 19, а), к которому при помощи винтов 8 и пластин-поддонов 7 крепится ряд матриц 2, представляющих собой бронзовые или стальные стаканы с заостренными кромками.

В поддоне запрессованы прокалывающие шпильки 3, а винтами 12 к нему крепится трафарет 4, на торце которого нанесены надпись или несложный рисунок, выполненные в виде острых режущих кромок.

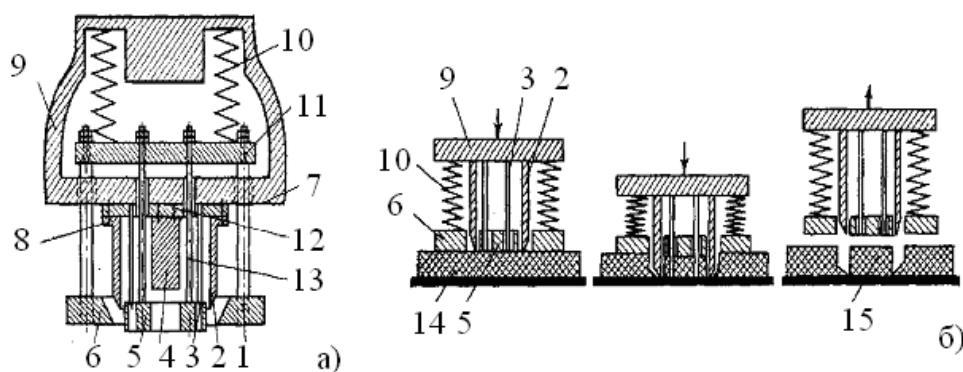


Рис. 91. Штамп легкого типа:  
а) устройство; б) схема штампования

Внутри матриц находятся стальные пуансоны 5 с отверстиями для прохода шпилек и трафаретов. Пуансоны крепятся тягами 13 к доске 11, отжимаемой вниз пружинами 10. Тягами 1 к доске 11 крепится отжимная доска 6. Пружины 10 подбираются таким образом, что они, находясь в несколько сжатом состоянии, держат пуансоны 5 выдвинутыми из матрицы. Режущие кромки стакана матрицы 2 (рис. 19, б) при опускании штампа вдавливаются в тестовую ленту 14 и высекают в ней заготовку печенья.

Когда матрицы 2, шпильки 3 и трафарет 4 входят в тесто, пуансоны 5 остаются на поверхности теста 14, а пружины 10 несколько сжимаются. При выходе стакана из теста пружины 10, разжимаясь до своего исходного состояния, будут держать пуансоны 5 и отжимную доску 6 на поверхности теста, отрывая тем самым вырезанную заготовку печенья 15 и остатки теста от стенок стакана и оставляя их лежать на поверхности конвейерной ленты.

### Контрольные вопросы

1. Необходимость формования многослойного пласта.
2. Основные операции технологического процесса.
3. Подготовка жира, сахара, муки.
4. Работа эмульсатора.
5. Замес теста в тестомесильной машине.
6. Работа ламинатора.
7. Режимы выпечки затяжного печенья.
8. Типы штампующих машин.
9. Схема штамповально-режущего агрегата.
10. Схема штампа легкого типа.

## Практическое занятие 9

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАФЕЛЬ

**Цель работы:** Изучение конструкции технологической линии по производству вафель.

Вафли - мучные кондитерские изделия, представляющие собой тонкие выпеченные листы, прослоенные начинкой или без нее. Вафельные листы обладают специфическим свойством издавать хруст при раскусывании. Это обусловлено низким содержанием влаги, рифленой клетчатой поверхностью и мелкопористой внутренней структурой листов. Вафельные листы являются составной частью вафель, вафельных тортов, конфет на вафельной основе и др. Вафельные листы и стаканчики применяют при производстве мороженого.

В состав рецептуры вафельных листов входят мука пшеничная, питьевая вода, соль, гидрокарбонат натрия (сода), а также растительное масло и лецитин - натуральный эмульгатор. Два последних компонента могут быть заменены яйцепродуктами.

Для прослойки вафель применяют жировые, пралиновые, фруктовые, помадные и другие начинки. Наибольшее количество вафель вырабатывают с жировыми начинками, представляющими собой однородную, пышную, хорошо взбитую массу. Рецепт жира включает жир, сахарную пудру, лецитин, крошку (измельченные обрезки вафель), вкусовые добавки (эссенции, лимонная кислота), а также красители.

Приготовление вафель с начинкой можно разделить на следующие основные стадии и операции:

1) подготовку сырья к производству: хранение, смешивание, просеивание и дозирование муки; подготовку питьевой воды; приготовление водного раствора смеси соли и соды, смеси растительного масла и лецитина и последующее приготовление из этих компонентов концентрированной эмульсии для теста; измельчение сахара-песка и вафельных обрезков; приготовление водного раствора смеси лимонной кислоты и эссенции, смеси жира и лецитина и последующее приготовление из этих компонентов эмульсии для начинки;

2) приготовление вафельного теста: дозирование муки, воды и концентрированной эмульсии; замес вафельного теста;

3) приготовление начинки: дозирование жира, сахарной пудры и эмульсии; замес начинки;

4) дозирование вафельного теста, отливку порций теста в вафельные формы и выпечку вафельных листов;

5) охлаждение вафельных листов;

- 6) приготовление вафельных блоков;
- 7) охлаждение вафельных блоков;
- 8) резку вафельных блоков на заготовки;
- 9) упаковывание вафель в потребительскую и торговую тару.

На рис. 92 показана машинно-аппаратурная схема линии производства вафель с жировыми начинками, в состав которой входит оборудование для непрерывного приготовления вафельного теста и начинок.

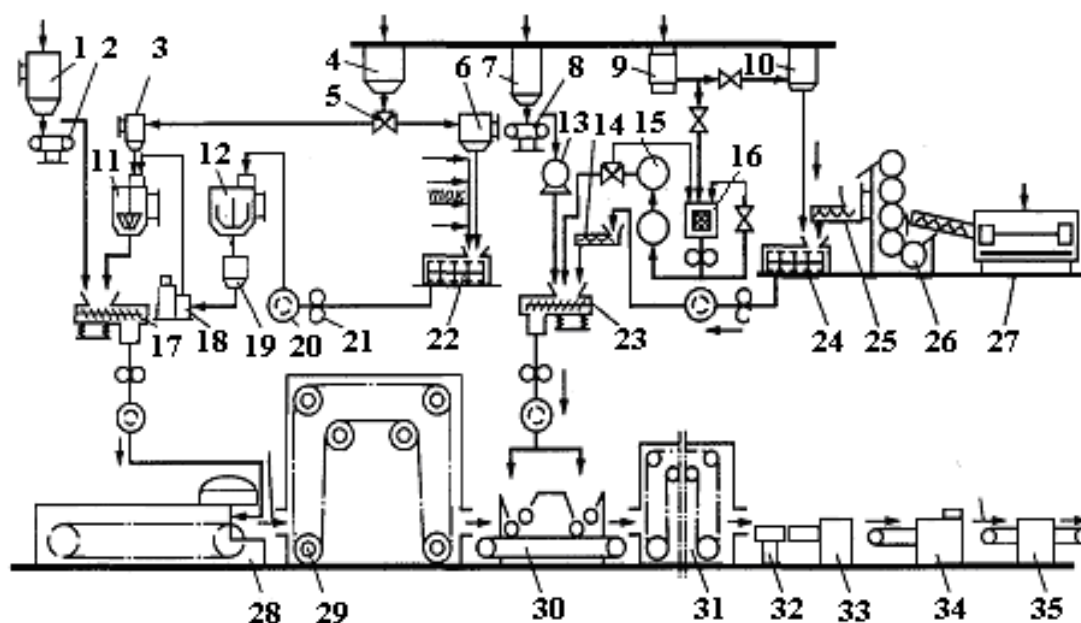


Рис. 92. Машинно-аппаратурная схема линии производства вафель

Приготовление теста непрерывным способом осуществляется путем предварительного приготовления эмульсий из всех компонентов рецептуры, за исключением муки, и последующего смешивания ее с мукой.

Приготовление эмульсии производят следующим образом. В эмульсатор 22 периодического действия с Т-образными лопастями с частотой вращения  $270 \text{ мин}^{-1}$  сначала загружают желток или меланж, предварительно разведенный в воде в соотношении 1:1, затем растительное масло, пищевые фосфатиды, гидрокарбонат натрия (соду) в виде 7,5% раствора, соль и перемешивают в течение 10...15 мин. К полученной эмульсии из распределительного бака 4 через кран 5 с помощью порционного дозатора 6 добавляют примерно 5% общего количества воды, идущей на замес теста, и перемешивают еще 5 мин.

Полученную концентрированную эмульсию подают насосом 21 через фильтр 20 в расходную емкость 12 с мешалкой, откуда она поступает в бачок постоянного уровня 19. Бачок обеспечивает стабильный напор на всасывающей линии плунжерного насоса-дозатора 18, направляющего эмульсию в гомогенизатор 11. В нем при интенсивном перемешивании в небольшом объеме концентрированная эмульсия смешивается с оставшим-

ся количеством воды, подаваемой из дозатора 3 непрерывного действия.

После гомогенизатора 11 разбавленная эмульсия непрерывно поступает в вибрационный смеситель 17. Туда же из бункера 1 дозатором 2 непрерывно подается просеянная мука. Непрерывное интенсивное смешивание разбавленной эмульсии с мукой при одновременном воздействии направленных вибрационных колебаний позволяет ускорить приготовление вафельного теста.

Из приемного бачка смесителя готовое тесто с помощью насоса процеживается через фильтр и подается в расходный бачок вафельной печи 28. Температура готового теста должна быть не выше 20°C, влажность 58...65%. Формование вафельных листов осуществляется путем отливки заданной порции теста непосредственно в формы печи 28. Тесто заполняет внутреннюю полость толщиной 2...3 мм между металлическими плитами вафельной формы. Стабилизация формы листа происходит в результате удаления влаги при выпечке. Температура выпечки составляет 170...210°C, продолжительность выпечки - 2...3 мин., влажность выпеченного вафельного листа - 0,7...1,3%, его масса - 48...52г.

Вафельные листы из печи 28 подаются на люльки конвейера 29 и охлаждаются до температуры воздуха в помещении цеха, а затем поступают в намазывающую машину 30.

Непрерывное приготовление начинки осуществляется следующим образом. Вафельные обрезки и оттеки предварительно измельчают в меланжере 27, а затем в пятивалковой мельнице 26. Полученная вафельная крошка подается шнековым дозатором 25 в смеситель 24. В него же из темперирующей машины 9 с помощью дозатора 10 подается расплавленный жир (около 20% общего его количества, идущего на приготовление начинки), в котором растворяют лецитин. В приемную воронку смесителя 24 дозируют также растворы лимонной кислоты, ароматизирующей эссенции и красителя. В результате смешивания этих компонентов получается пастообразная эмульсия, которая шестеренчатым насосом подается через фильтр в дозатор непрерывного действия 14. Из него эмульсию дозируют в вибросмеситель 23.

Жир (в блоках) подают в темперирующую машину 9 и после перевода в жидкообразное состояние большая часть жира насосом непрерывно подается в охладитель 15 через сетчатый фильтр 16.

Благодаря охлаждению до 20...23°C и механической обработке жир приобретает сметанообразную консистенцию с большим количеством центров кристаллизации и непрерывно загружается в вибрационный смеситель 23.

Сахар-песок из бункера 7 дозатором 8 подается в микромельницу 13, откуда в виде пудры направляется в вибросмеситель 23.

В результате интенсивной обработки смеси ранее перечисленных рецептурных компонентов в вибросмесителе 23 образуется пышная, взбитая



жировая начинка. Она насосом через сетчатый фильтр подается в приемную воронку намазывающей машины 30.

В этой машине при помощи намазывающих механизмов на листы наносится слой начинки, а после укладки намазанных листов в стопки образуются многослойные вафельные пласты. На выходе из машины 30 пласты укладывают на люльки конвейера охлаждающего аппарата 31, а затем штабелером 32 в стопки. Далее пласты разрезают на отдельные изделия при помощи резальной машины 33. Заверточной машиной 34 вафли упаковывают в пакеты или пачки, которые затем укладывают в гофрокороба, заклеиваемые машиной 35. Готовая продукция направляется на склад.

### **Контрольные вопросы**

1. Состав рецептуры вафельных листов.
2. Виды прослоек вафель.
3. Основные операции технологического процесса.
4. Приготовление эмульсии.
5. Работа гомогенизатора и вибрационного смесителя.
6. Режим работы вафельной печи.
7. Подготовка жира и сахара-песка.
8. Работа намазывающей машины.

## 2-й семестр

### Практическая работа №1

#### Изучение и расчет современных технологических систем для дозирования мясного сырья

##### 1. Цель и задачи работы.

- изучение теоретических основ расчета основных параметров оборудования;

- расчет основных параметров оборудования.

##### 2. Общие положения (теоретические сведения).

Технология получения котлет состоит из следующих стадий: прием и подготовка сырья, приготовление фарша (мясо, лук, специи, соль, вода и жир) в фаршемешалке, взбивание (молоко и яйца) и добавление в фаршемешалку, получение и оформление котлет, дозирование, формование, замораживание, фасование и упаковывание.

Проанализировав процесс производства котлет, можно сделать вывод о том, что дозирование и формование являются ключевыми моментами, и имеют большое значение в пищевой промышленности.

Процесс дозирования, заключается в разделении продуктов на части, с заданным геометрическим размером, массой или объемом без придания им определенных геометрических форм.

Формование – это процесс придания определенной формы и размера определенному количеству продукта, которая должна остаться неизменной при дальнейших технических операциях.

На предприятиях пищевой промышленности в основном применяются три способа формования котлет: роторный, барабанный и с формующей пластиной.

На рис. 1 представлен роторный способ формования котлет.

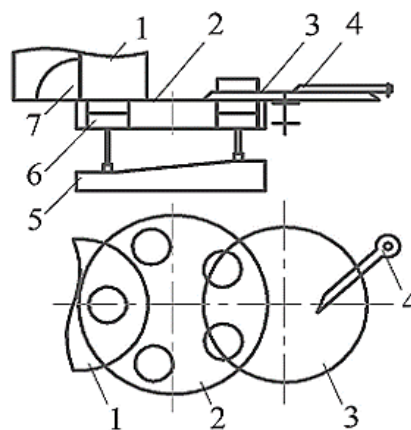


Рис. 1. Роторный способ формования котлет: 1 – бункер; 2 – ротор; 3 – стол; 4 – сбрасыватель; 5 – копир; 6 – поршень; 7 – лопасть

На рис. 2 представлены роторные котлетоформовочные машины. Принцип работы роторных котлетоформовочных машин. Мясное сырье подается в загрузочный бункер, откуда с помощью механизма подачи направляется в механизм формования, в котором имеются отверстия, в них вставлены поршни, совершающие возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости посредством копира. При нижнем положении поршня в образовавшемся над ним пространстве из загрузочного бункера механизмом подачи нагнетается фарш. При дальнейшем движении поршень поднимается в верхнее положение, сформованная котлета механизмом разгрузки сбрасывается в лоток.



Рис. 2. Роторные котлетоформовочные машины:  
а – SUPER-BASIC; б – AK2M-40

Технические характеристики роторных котлетоформовочных машин представлены в табл.

Технические характеристики роторных котлетоформовочных машин

Марка	SUPER-BASIC	AK2M-40
Производительность, шт./ч	3100	3000
Частота вращения формовочного стола, об/мин	13	13
Емкость бункера, кг	10	10
Мощность, кВт	0,38	0,55
Масса, кг	75	90

Роторные котлетоформовочные машины применяют на промышленных предприятиях, являясь наиболее современными и удобными в эксплуатации, так как производительность роторных до 3100 шт./ч, при мощности привода 0,38 кВт, барабанных до 1700 шт./ч при мощности привода 0,55 кВт.

Одним из важных моментов при расчете роторных котлетоформовочных машин является анализ процесса дозирования фарша, при котором необходимо, чтобы время движения  $t_{\text{дв}}$  формовочного стола над окном выдачи порции фарша было меньше времени  $t_{\text{доз}}$  его дозирования в ячейку формовочного стола, то есть должно соблюдаться условие.

$$t_{\text{дв}} > t_{\text{доз}}. \quad (1)$$

Проанализируем основные параметры, которые влияют на процесс дозирования фарша в котлетоформовочном оборудовании.

Время  $t_{\text{дв}}$  движения формовочного стола определим по формуле

$$t_{\text{дв}} = \frac{60\varphi}{\pi n}, \quad (2)$$

где  $n$  – частота вращения формовочного стола,  $\varphi$  – угол, характеризуемый размерами ячейки формовочного стола (рис. 3).

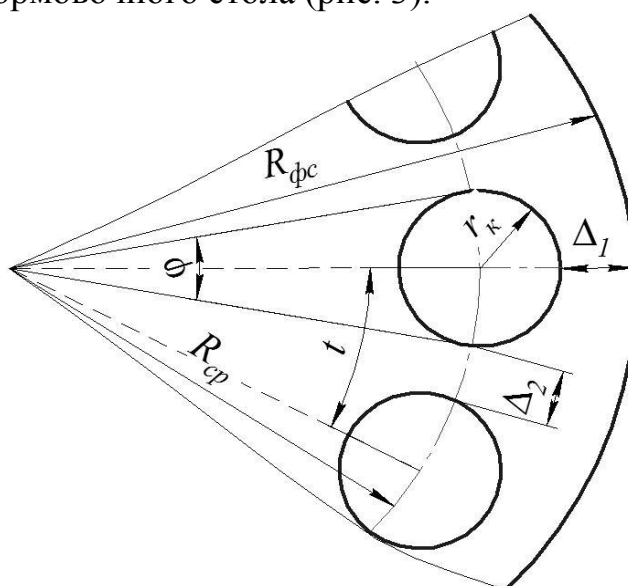


Рис. 3. Расчетная схема формовочного стола

Используя, правило треугольника и теорему косинусов получим

$$r_{\text{к}}^2 = 2 \cdot R_{\text{ср}}^2 - 2 \cdot R_{\text{ср}}^2 \cdot \cos \varphi, \quad (3)$$

где  $r_{\text{к}}$  – радиус котлет,  $R_{\text{ср}}$  – средний радиус формовочного стола, определяемый по формуле

$$R_{\text{ср}} = R_{\text{фс}} - \Delta_1 - r_{\text{к}}, \quad (4)$$

в которой  $R_{\text{фс}} = (5...7)r_{\text{к}}$  – радиус формовочного стола;  $\Delta_1$  – зазор между ячейкой и краем формовочного стола.

Преобразовав полученные выражения (3) и (4), получим

$$r_{\text{к}}^2 = 2R_{\text{ср}}^2 \cdot (1 - \cos \varphi). \quad (5)$$

Определим угол  $\varphi$  из формулы (5), получим

$$\varphi = \arccos \left( 1 - \frac{r_k^2}{2 \cdot R_{\text{ср}}^2} \right). \quad (6)$$

С учетом выражений (2)-(6), время  $t_{\text{дв}}$  движения формовочного стола запишем в виде

$$t_{\text{дв}} = \frac{60 \cdot \arccos \left( 1 - \frac{r_k^2}{2 \cdot R_{\text{ср}}^2} \right)}{\pi n}. \quad (7)$$

Минимальное, необходимое время дозирования  $t_{\text{доз}}$  определяем

$$t_{\text{доз}} = \frac{\pi}{78,8 \cdot \mu_p \cdot \sqrt{2 \cdot r_k}}, \quad (8)$$

где  $\mu_p = 0,89$  – коэффициент расхода.

С учетом того, что должно соблюдаться условие (1) был построен график зависимости частоты вращения формовочного стола, в диапазоне от 0 до 25 об./мин. от времени движения формовочного стола при радиусе котлет  $r_k = 0,03, r_k = 0,045, r_k = 0,06$  м (рис. 4). На графике также показано минимальное, необходимое время дозирования, полученное по выражению (1) и представленное горизонтальными линиями 1 ( $t_{\text{доз}} = 0,296$  мин), 2 ( $t_{\text{доз}} = 0,242$  мин), 3 ( $t_{\text{доз}} = 0,209$  мин). Точка пересечения каждой группы графиков представлена максимальным значением частоты вращения диска, при котором будет обеспечиваться условие дозирования котлет –  $n_{\text{max}}$ .

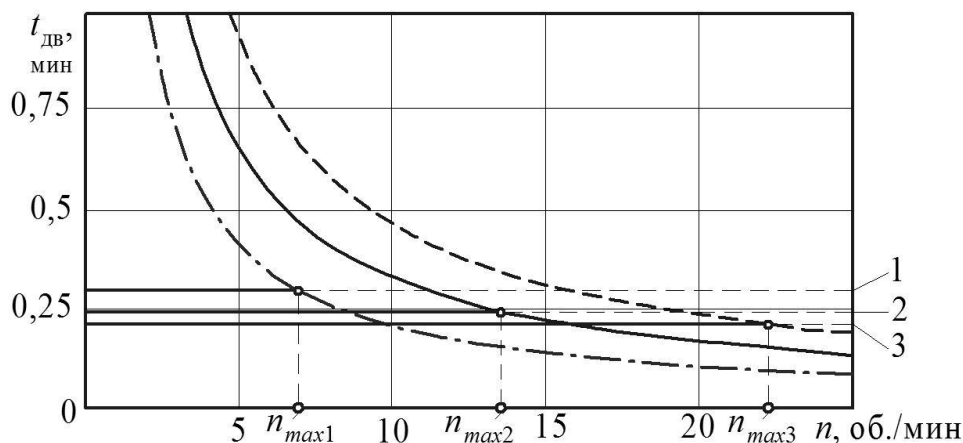


Рис. 4. График зависимости частоты вращения формовочного стола от времени его движения с учетом времени дозирования при радиусах котлет: 1 – 0,03м; 2 – 0,045м; 3 – 0,06м

Например, для обеспечения нормальной работы процесса дозирования при радиусе котлет  $r_k = 0,03$  м, необходимо принимать значение частоты  $n$  от 1 до 6,9 об./мин, так как при  $n_{\text{max1}} > 6,9$  об./мин процесс дозирования

ния фарша не будет обеспечен. При этом для времени  $t_{\text{дв}}$  движения формовочного стола предельным допустимым значением является  $t_{\text{доз}} = 0,296$  мин. При этом время движения формовочного стола составит  $t_{\text{дв}} = 2,085 \dots 0,302$  мин.

С целью обеспечения процесса дозирования фарша в ячейки формовочного стола рекомендуется в зависимости от диаметра котлет выбирать частоту вращения формовочного стола из указанного выше диапазона, так как при данных параметрах время движения формовочного стола будет больше минимального необходимого времени для реализации дозирования.

### 3. Объекты исследования, оборудование, материалы и наглядные пособия.

Роторная котлетоформовочная машина, процесс дозирования фарша.

### 4. Задание на работу (рабочее задание).

Для проведения работы бригаде студентов предоставляются методические указания, а преподаватель иллюстрирует основные теоретические сведения на доске и приводит примеры расчета. Каждый студент обязан оформить отчет.

### 5. Ход работы (порядок выполнения работы).

Выполнение работы заключается в изучении теоретического материала (п. II) и расчете основных параметров процесса.

№ в списке	$r_k$	$n$	$\Delta_1$ , мм	№ в списке	$r_k$	$n$	$\Delta_1$ , мм
1	0,030	5	20	12	0,030	5	20
2	0,035	10	25	13	0,035	10	25
3	0,040	15	15	14	0,040	15	15
4	0,045	20	20	15	0,045	20	20
5	0,050	25	25	16	0,050	25	25
6	0,030	5	15	17	0,030	5	15
7	0,035	10	20	18	0,035	10	20
8	0,040	15	25	19	0,040	15	25
9	0,045	20	15	20	0,045	20	15
10	0,050	25	20	21	0,050	25	20
11	0,030	5	25	22	0,030	5	25

Порядок выполнения работы.

5.1. Подробно изучить основные теоретические сведения. II).

5.2. Обсудить с преподавателем основы методики расчета основных параметров процесса.

5.3. Провести расчет основных параметров машины по данным (соответствующим номеру в списке).

#### 6. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- расчет основных параметров ротора с гидравлическим приводом;
- выводы по работе.

### **Практическая работа №2**

#### **Изучение и расчет современных технологических систем для измельчения мясного сырья**

##### 1. Цель и задачи работы.

- изучение теоретических основ расчета основных параметров;
- расчет основных параметров оборудования;

##### 2. Общие положения (теоретические сведения).

Шнек, решетки и ножи являются основными рабочими органами волчка, которые отвечают не только за качество и степень измельчения мясного сырья, но и за производительность. Поэтому, производительность волчка можно повысить за счет совершенствования его конструкции. Для этого необходимо целесообразно увеличить наружный диаметр шнека на 5%, то есть с 160 мм до 168 мм, не изменяя внутреннего диаметра. Это повлекло за собой необходимость увеличения диаметров ножей, а также решеток, что позволило увеличить количество отверстий в них.

Волчок К7-ФВП-160 (рис. 1) состоит из режущего механизма (приемная, промежуточная, выходная решетки и две пары ножей), шнека, бункера и электродвигателя.

Модернизированный волчок К7-ФВП-160 работает следующим образом. Мясное сырье подается в бункер 4, откуда шнеком 2 и направляется в зону режущего механизма 1. В режущем механизме 1 сырье измельчается до заданной степени, которая обеспечивается путем установки ножей и ножевых решеток с соответствующими диаметрами отверстий. Измельченное сырье выходит через отверстия выходной решетки.

#### **Технологический расчет волчка**

Производительность волчка определяется по формуле:

$$П = 60 \cdot n \cdot \frac{\pi \cdot d_{o2}^2}{4} \cdot m_2 \cdot \left( \pi \cdot \frac{D + d}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \rho \cdot k \text{ (кг/ч)},$$



Коэффициент проворачивания продукта вместе со шнеком выбираем по учебнику Белинской Н.А. и Леенсона Г.Х. «Механическое оборудование предприятий общественного питания и торговли».

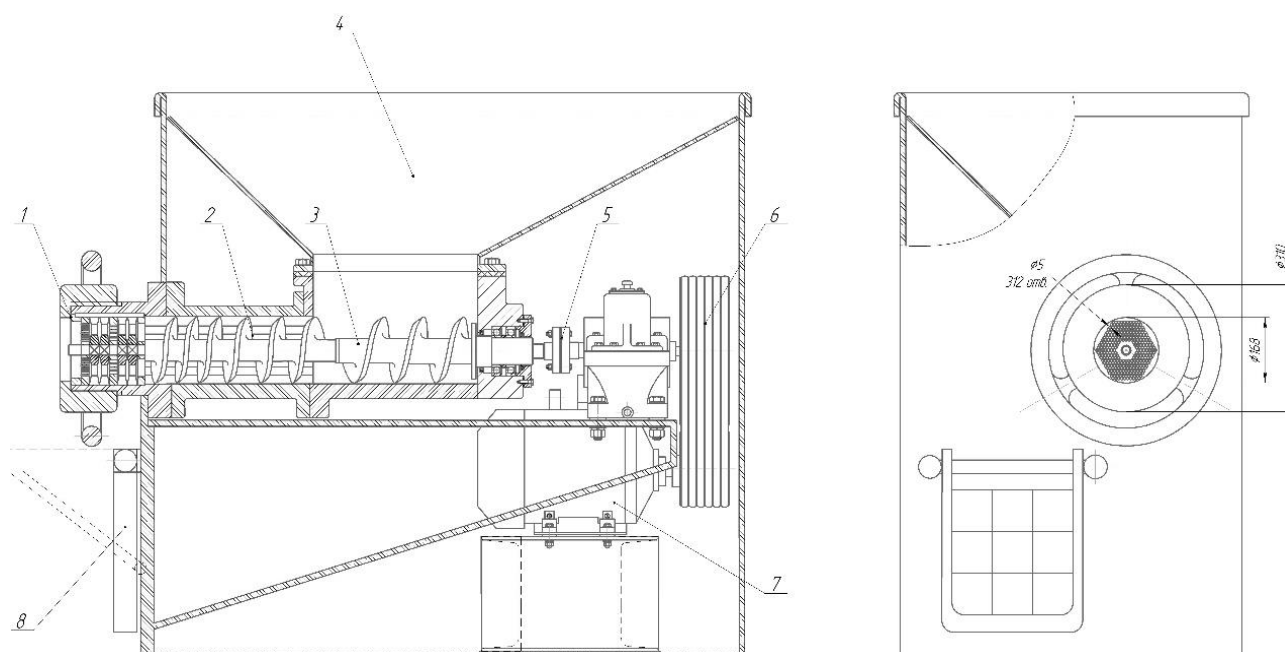


Рис. 1. Волчок К7-ФВП-160:

- 1 – режущий механизм; 2 – шнек; 3 – вал шнека; 4 – загрузочный бункер;  
5 – муфта; 6 – цилиндрический редуктор; 7 – электродвигатель;  
8 – площадка для санитарной обработки

### Энергетический расчет волчка

Мощность электродвигателя волчка К7-ФВП-160  $N$  (Вт) зависит от мощности, необходимой для разрезания продукта в режущем механизме; мощности, необходимой на преодоление трения в режущем механизме; мощности, необходимой на преодоление трения шнека о продукт и на продвижение продукта от загрузочного устройства до режущего инструмента; мощности, необходимой для продвижения продукта через режущий механизм.

Площадь ножевой решетки  $F_p$ ,  $\text{м}^2$ :

$$F_p = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \text{ м}^2.$$

Площадь отверстий промежуточной и выходной решетках,  $\text{м}^2$ :

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_{p1}^2}{4} \text{ м}^2;$$

$$F_2 = \frac{\pi \cdot d_{p2}^2}{4} \text{ м}^2.$$

Суммарная площадь отверстий в первой и второй ножевых решетках,  $\text{м}^2$ .

$$F_{o1} = F_1 \cdot m_1 = 0,01 \text{ м}^2;$$

$$F_{o2} = F_2 \cdot m_2 = 0,06 \text{ м}^2.$$

Коэффициенты использования площади решеток соответственно с крупными  $K_{p1}$  и мелкими  $K_{p2}$  отверстиями:

$$K_{p1} = \frac{F_{o1}}{F_p}; K_{p2} = \frac{F_{o2}}{F_p}.$$

Для волчка с подрезной решёткой, двумя двусторонними ножами и двумя неподвижными ножевыми решётками мощность  $N_1$  (Вт) будет:

$$N_1 = F_p \cdot (K_{np} + 2 \cdot K_{p1} + K_{p2}) \cdot \left( \frac{n}{60} \right) \cdot a \cdot z.$$

Усилие затяжки режущего механизма, Н;

$$P_3 = P \cdot b \cdot z \cdot (r_H + r_6),$$

Мощность на преодоление трения в режущем механизме  $N_2$  (Вт):

$$N_2 = \left( \pi \cdot \frac{n}{60} \right) \cdot P_3 \cdot (r_H + r_6) \cdot f \cdot x.$$

Мощность на преодоление трения шнека о продукт и на продвижение продукта от загрузочного устройства до режущего инструмента  $N_3$  (Вт):

$$N_3 = (0,3 \div 0,5) \cdot N_2.$$

Мощность, необходимая для продвижения продукта через режущий механизм  $N_4$  (Вт):

$$N_4 = (0,07 \div 0,1) \cdot N_1.$$

Тогда окончательно мощность электродвигателя:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}{\varepsilon}.$$

### Прочностной расчет шнека волчка

Определяем шаг шнека

$$H = 0,8 \cdot D,$$

Предельный диаметр вала шнека

$$d_{np} = \left( \frac{H}{\pi} \right) \cdot f,$$

Уго подъема винтовой линии на внешней стороне шнека

$$\alpha_D = \arctg \left[ \frac{H}{(\pi \cdot D)} \right].$$

Угол подъема винтовой линии на внутренней стороне шнека

$$\alpha_d = \arctg \left[ \frac{H}{(\pi \cdot d)} \right],$$

Среднее значение угла подъема винтовой линии витка шнека

$$\alpha_{cp} = 0,5 \cdot (\alpha_D + \alpha_d).$$

Снижение перемещения частиц продукта в осевом направлении можно учесть коэффициентом отставания, который определяется по формуле

$$K_0 = 1 - \left( \cos^2 \alpha_{cp} - 0,5 \cdot \sin 2\alpha_{cp} \right).$$

Изгибающий момент в витке шнека по внутреннему контуру определим по выражению

$$M_u = \frac{P_{\max} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot a^{-4} - 1,2 \cdot a^{-2} - 5,2 \cdot \ln a}{1,3 + 0,7 \cdot a^{-2}}.$$

Толщина витка шнека

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot |M_u|}{[\delta]_u}}.$$

Площадь внутренней поверхности корпуса устройства на длине одного шага

$$F_b = \pi \cdot D \cdot (H - b).$$

Площадь одной стороны поверхности витка шнека на длине одного шага

$$F_m = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left( \pi \cdot D \cdot L - \pi \cdot d \cdot l + H^2 \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot L}{d + 2 \cdot l} \right),$$

где  $L$  – развертка винтовой линии, соответствующая диаметру шнека, м:

$$L = \sqrt{H^2 - (\pi \cdot D)^2};$$

$l$  – развертка винтовой линии, соответствующая диаметру вала, м:

$$l = \sqrt{H^2 - (\pi \cdot D)^2}.$$

Условие  $F_m < F_b$  выполняется или нет.

Крутящий момент при пяти рабочих витках шнека определим по формуле

$$M_{kp} = 0,131 \cdot s \cdot P_{\max} \cdot (D^3 - d^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{cp}.$$

Осевое усиление определяется по формуле

$$S = 0,392 \cdot s \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{\max}.$$

Нормальное напряжение вала шнека определяется по формуле

$$\delta_{cm} = \frac{S}{F},$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения вала шнека,  $\text{м}^2$ :

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}.$$

Касательное напряжение вала определяется по формуле

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p},$$

где  $W_p$  – полярный момент сопротивления поперечного сечения вала шнека,  $\text{м}^3$ :

$$W_p = 0,1 \cdot d^3.$$

Эквивалентное напряжение определим по формуле

$$\delta_{экр} = \sqrt{\delta_{см}^2 + 4 \cdot \tau^2}.$$

Вал шнека изготовлен из стали, у которой допускаемое напряжение при изгибе  $[\delta] = 180 \cdot 10^6$  Па.

Условие  $\delta_{экр} \leq [\delta]$  должно выполняться.

### Кинематический расчет волчка

Для привода рабочего шнека и режущего механизма волчка К7-ФВП-160-5 будем использовать клиноременную передачу и цилиндрический редуктор. Кинематическая схема машины представлена на рис.

Передаточное отношение привода волчка будет равно  $u = \frac{n_{дв}}{n}$ .

Передаточное отношение редуктора, пользуясь учебником Шейнблита А.Е. «Курсовое проектирование деталей машин», принимаем равным 2,5.

Тогда передаточное отношение клиноременной передачи будет равно  $u_{кр} = 1,6$ .

**Расчет клиноременной передачи.** Угловая скорость ведущего вала клиноременной передачи будет равна

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30},$$

Крутящий момент, передаваемый ведущим шкивом, будет равен:

$$M_{кр} = \frac{N_{дв} \cdot 10^3}{\omega},$$

Уточняем передаточное отношение с учетом скольжения ремня

$$u = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \varepsilon)},$$

Определим максимальное и минимальное значения межосевого расстояния по формулам:

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) + h ,$$

$$a_{\max} = 2 \cdot (D_1 + D_2) .$$

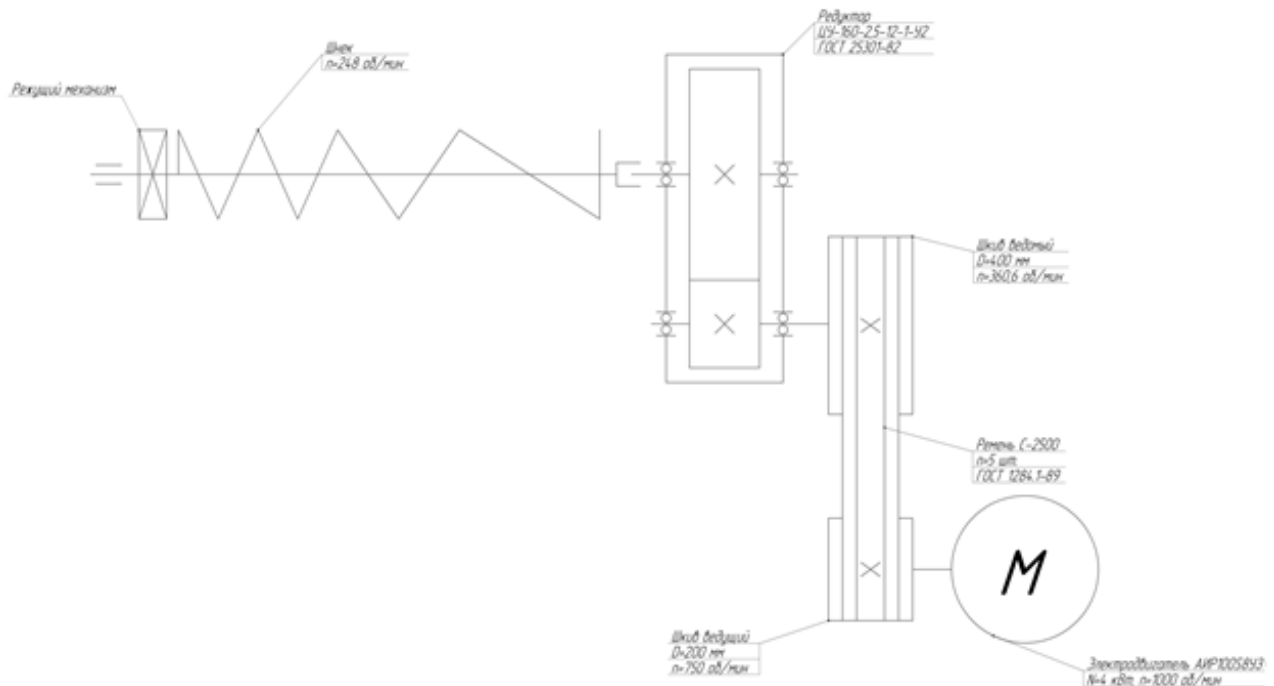


Рис. Кинематическая схема волчка К7-ФВП-160-5

Принимаем межосевое расстояние равным  $a$ .

Расчетную длину ремня определим по формуле

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}.$$

Принимаем  $L_p$ .

Определяем среднее значение диаметра шкива

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{2}.$$

Определим новое значение межосевого расстояния с учетом стандартной длины ремня

$$a_1 = 0,25 \cdot \left[ L_p - \pi D_{cp} + \sqrt{(L_p - \pi D_{cp})^2 - 2 \cdot (D_2 - D_1)^2} \right].$$

Для обеспечения надевания ремня на шкив при монтаже клиноременной передачи необходимо обеспечить возможность уменьшения межосевого расстояния на  $0,01 \cdot L_p$ :

$$\Delta a_{умен} = 0,01 \cdot L_p.$$

Для обеспечения возможности натяжения ремня необходимо предусмотреть возможность увеличения межосевого расстояния на  $0,025 \cdot L_p$ :

$$\Delta a_{увел} = 0,025 \cdot L_p.$$

Угол обхвата меньшего шкива будет равен

$$\alpha = 180^\circ - 60 \cdot \left( \frac{D_2 - D_1}{a_1} \right).$$

Скорость ремня определим по формуле

$$v = \frac{\omega \cdot D_1}{2}.$$

Определяем число ремней и округляем до целого числа

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_o \cdot C_L \cdot C_a \cdot C_z}.$$

Значения  $P_o$ ,  $C_p$ ,  $C_L$ ,  $C_a$ ,  $C_z$  берутся по ГОСТ 1284.3-80.

Сила предварительного натяжения одного ремня

$$F = \left[ \frac{850 \cdot P \cdot C_L \cdot C_p}{z \cdot v \cdot C_a} \right] + \Theta \cdot v^2$$

Погонная масса ремня берется из методических указаний.

Рабочее натяжение ведущей ветви ремня будет равно:

$$S_1 = F + \frac{P}{2 \cdot z}.$$

Рабочее натяжение ведомой ветви ремня будет равно:

$$S_2 = F - \frac{P}{2 \cdot z}.$$

Усилие, передаваемое на валы, будет равно:

$$Q = 2 \cdot F \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Число пробегов ремня будет равно

$$U = \frac{v}{L_p} \leq [U],$$

Полученное значение числа пробегов ремня должно быть меньше допускаемого.

**Подбор цилиндрического редуктора.** Крутящий момент на тихоходном валу редуктора будет равен

$$M_{кр} = \frac{N_p \cdot 10^3}{\omega_p},$$

По найденному значению крутящего момента на тихоходном валу редуктора и передаточному отношению, выбираем цилиндрический одноступенчатый редуктор ЦУ-160-2,5-12-1-У2 ГОСТ 25301-82.

### 3. Объекты исследования, оборудование, материалы и наглядные пособия.

Автоматические роторные машины и линии с гидравлическим приводом.

### 4. Задание на работу (рабочее задание).

Для проведения работы бригаде студентов предоставляются методические указания, а преподаватель иллюстрирует основные теоретические сведения на доске и на примере находящихся в лаборатории элементов гидравлического привода поступательных движений технологических машин приводит примеры расчета. Каждый студент обязан оформить отчет.

### 5. Ход работы (порядок выполнения работы).

Выполнение работы заключается в излучении теоретического материала (п. II) и расчете основных параметров волчка.

### **Исходные данные для технологического, энергетического и прочностного расчетов:**

- плотность мясного сырья,  $\text{кг/м}^3$  ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ );
- диаметр выходной решетки, м ( $d_p = 0,168 \text{ м}$ );
- количество отверстий в промежуточной решетке ( $m_1 = 132$ );
- количество отверстий в выходной решетке ( $m_2 = 312$ );
- диаметр шнека, м ( $D = 0,168 \text{ м}$ );
- диаметр вала шнека, м ( $d = 0,055 \text{ м}$ );
- наружный радиус шнека, м ( $r_{\text{ши}} = 0,084 \text{ м}$ );
- внутренний радиус шнека, м ( $r_{\text{ви}} = 0,04125 \text{ м}$ );
- наружный радиус ножа, м ( $r_n = 0,0825 \text{ м}$ );
- внутренний радиус ножа, м ( $r_e = 0,0013 \text{ м}$ );
- количество перьев у одного ножа ( $z$ );
- частота вращения шнека, об/мин ( $n = 248 \text{ об./мин}$ );
- диаметр отверстий в промежуточной решетке, м ( $d_{o1} = 0,01 \text{ м}$ );
- диаметр отверстий в выходной решетки, м ( $d_{o2} = 0,005 \text{ м}$ );
- коэффициент проворачивания продукта вместе со шнеком ( $k = 0,5$ );
- коэффициент использования площади подрезной решётки ( $K_{np} = 0,43$ );
- удельный расход энергии на перерезание продукта,  $\text{Дж/м}^2$ ,  
( $a = 3,0 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2$ );
- коэффициент трения скольжения ножа о решётку в присутствии измельчённого продукта ( $\mu = 0,1$ );
- количество плоскостей резания ( $x = 1$ );



- усреднённое давление в поверхности стыка ножей и решёток, Па ( $P = 2,5 \cdot 10^6$  Па);
- ширина площадки контакта лезвия ножа и решётки, м; ( $b = 0,002$  м);
- давление за последним витком шнека, Па ( $P_o = 4,0 \cdot 10^5$  Па);
- количество витков шнека ( $c$ );
- коэффициент трения продукта о шнек ( $f_1 = 0,3$ );
- средний угол подъёма витков шнека, град. ( $\alpha = 12^\circ$ );
- максимальное давление, развиваемое шнековым нагнетателем, Па ( $P_{\max} = 190 \cdot 10^3$  Па);
- отношение шнека и вала ( $a = 3,1$ );
- допускаемое напряжение при изгибе, Па ( $[\delta]_{\text{изг}} = 125 \cdot 10^6$  Па);
- число рабочих витков шнека ( $s = c$ ).

#### **Исходные данные для кинематического расчета:**

- частота вращения двигателя, об/мин ( $n_{\text{дв}} = 1000$  об./мин);
- частота вращения шнека, об/мин ( $n = 248$  об./мин);
- передаточное отношение редуктора ( $u_p = 2,5$ );
- передаваемая мощность, кВт ( $P = 6,14$  кВт);
- мощность двигателя, кВт ( $N_{\text{дв}} = 4$  кВт);
- диаметр ведомого шкива, мм ( $D_1 = 200$  мм);
- диаметр ведущего шкива, мм ( $D_2 = 400$  мм);
- коэффициент скольжения ( $\varepsilon = 0,015$ );
- высота сечения ремня ( $h = 10,5$  мм);
- окружное усилие, кВт ( $P_o = 2,06$  кВт);
- коэффициент, учитывающий условия эксплуатации передачи ( $C_p = 1,1$ );
- коэффициент, учитывающий влияние длины ремня (для ремня сечения С при длине 2500 мм  $C_L = 1,06$ );
- коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата ( $C_a$ );
- коэффициент, учитывающий число ремней в передаче (при 5 ремнях  $C_z = 0,95$ );
- погонная масса ремня (масса 1 м длины ремня в сечении С  $\Theta = 0,75$ );
- допускаемое число пробегов ремня, 1/с ( $[U] = 10$  1/с);
- мощность редуктора, кВт ( $N_p = 4$  кВт);
- угловая скорость, м/с ( $\omega_p = 30,1$  м/с).

№ в списке	$\rho$	$z$	$c$	$C_a$	№ в списке	$\rho$	$z$	$c$	$C_a$
1	1980	4	6	0,9	6	1980	4	6	0,9
2	1860	5	8	0,85	7	1860	5	8	0,85
3	1940	4	7	0,95	8	1940	4	7	0,95
4	1880	5	6	0,98	9	1880	5	6	0,98
5	1980	4	8	0,84	10	1980	4	8	0,84

Порядок выполнения работы.

5.1. Подробно изучить основные теоретические сведения).

5.2. Обсудить с преподавателем основы методики расчета основных параметров оборудования.

5.3. Провести расчет основных параметров оборудования по данным (соответствующим номеру в списке).

#### 6. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- расчет основных параметров ротора с гидравлическим приводом;
- выводы по работе.

#### 7. Список использованных источников.

1. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. М.: Агропромиздат, 1988. 351 с.

2. Харитонов Н.Ф. Автоматы и поточные линии розлива вин. М.: Машиностроение, 1967. 248 с.

### **Практическая работа № 3** **Расчет современных технологических систем** **для сепарирования молока**

#### 1. Цель и задачи работы.

- изучение теоретических основ расчета основных параметров оборудования;
- расчет основных параметров оборудования;

#### 2. Общие положения (теоретические сведения).

Цельное молоко является самой главной продукцией молочного скотоводства предприятий сельскохозяйственной промышленности. Его используется как основное сырье для производства различных видов молоч-

ных продуктов [1].

Одной из важных операций данного технологического процесса является сепарирование, которое заключается в отделении сливок и обезжиренного молока и реализуется в сепараторах-сливкоотделителях.

В работе [2] была предложена модернизация сепаратора-сливкоотделителя. Барабан состоит из основания, на котором размещен тарелкодержатель с пакетом тарелок и разделительная тарелка с регулировочным винтом. Тарелки фиксируются крышкой с уплотнительным кольцом и закреплены гайкой так, что четные тарелки выполнены гладкими, а нечетные имеют шипики для образования межтарелочного пространства. Каждая тарелка имеет по три отверстия на конической поверхности, образующие при сборке в пакет вертикальные подводящие каналы. При этом вертикальные подводящие каналы выполнены расширяющимися от основания к крышке с конусностью 1:2-2:1 за счет последовательного увеличения диаметров отверстий тарелок.

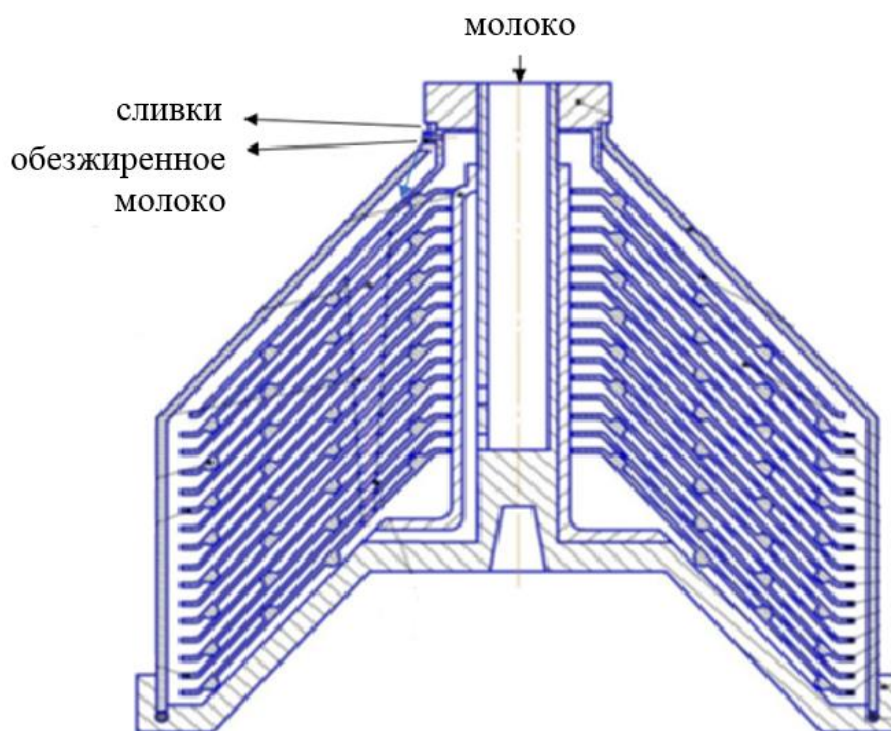


Рис.1 Модернизированная конструкция сепаратора-сливкоотделителя

Принцип работы модернизированного сепаратора-сливкоотделителя заключается в следующем. Сначала молоко поступает в поплавковую камеру, откуда через каналы тарелкодержателя попадает в вертикальные подводящие каналы и равномерно распределяется в межтарелочных пространствах по высоте пакета тарелок, где разделяется на сливки и обезжиренное молоко. При этом обезжиренное молоко отходит к периферии барабана как более тяжелая фракция, а жировые шарики как более легкая фракция стремятся к оси барабана. Затем обезжиренное молоко и сливки

выводятся из барабана через соответствующие отверстия отвода сливок и отвода обезжиренного молока [2].

Основным параметром для сепаратора-сливкоотделителя является производительность, которая рассчитывается по формуле [1]:

$$P = 16,55 \cdot \eta \cdot n^2 \cdot z \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_6^3 - R_m^3) \cdot d_{жс}^2 \left[ \frac{\rho_n - \rho_{жс}}{\mu} \right], \quad (1)$$

где  $\eta$  – КПД сепаратора;  $n$  – частота вращения ротора;  $z$  – число тарелок модернизированного сепаратора-сливкоотделителя, шт.;  $\alpha$  – угол наклона образующей конуса тарелки;  $R_6$  – больший радиус тарелки;  $R_m$  – меньший радиус тарелки;  $\rho_n$  – плотность дисперсионной среды (плазмы);  $\rho_{жс}$  – плотность дисперсионной фазы (жира);  $\mu$  – динамическая вязкость дисперсионной среды.

Проанализируем, как изменится производительность модернизированного сепаратора-сливкоотделителя в зависимости от количества тарелок, угла наклона образующей конуса тарелки и массовой доли жира в загружаемом молоке.

Внеся выражение (1) в программу *Mathcad*, получили графики зависимости производительности от частоты вращения ротора при разном количестве тарелок (рис. 2), при разном угле наклона образующей конуса тарелки (рис. 3) и при разной массовой доле жира в молоке (рис. 4).

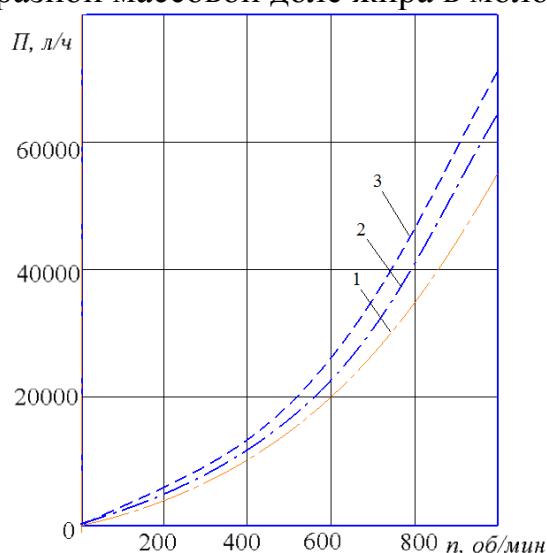


Рис. 2. График зависимости производительности от частоты вращения ротора при разном количестве тарелок  $z = 80$  шт. (1),  $z = 100$  шт. (2),  $z = 120$  шт. (3)

Из графика (см. рис. 2) следует, что при увеличении числа тарелок в сепараторе-сливкоотделителе увеличивается и производительность аппарата. Это обусловлено тем, что при увеличении количества тарелок, площадь распределения молока в сепараторе возрастает.

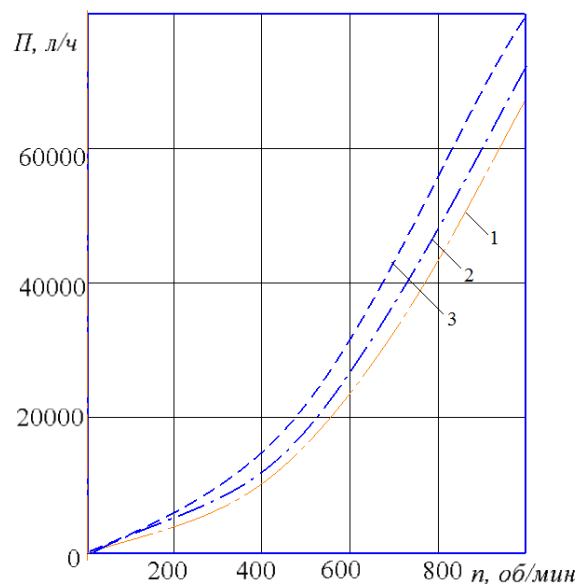


Рис. 3. График зависимости производительности от частоты вращения ротора при разном угле наклона образующей конуса тарелки  $\alpha = 45^\circ$  (1),  $\alpha = 50^\circ$  (2),  $\alpha = 55^\circ$  (3)

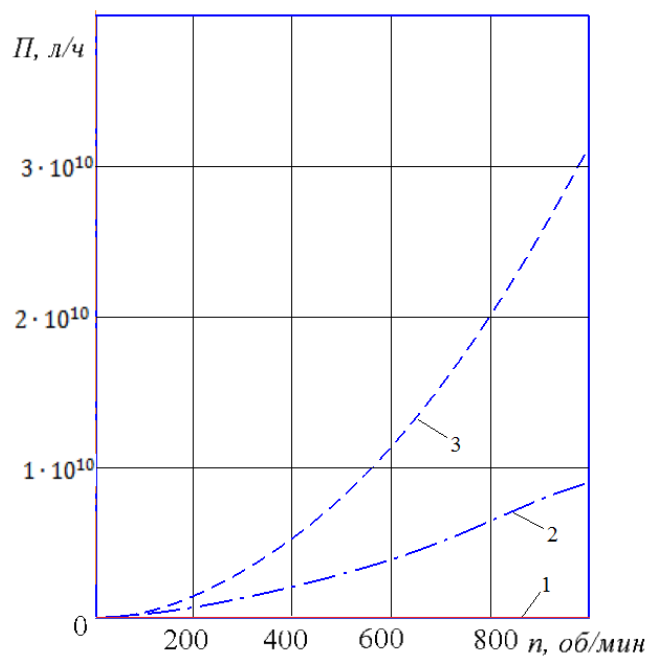


Рис. 4. График зависимости производительности от частоты вращения ротора при разной массовой доле жира в молоке  $m = 0,01\%$  (1),  $m = 3,2\%$  (2),  $m = 6,0\%$  (3)

При увеличении угла наклона образующей конуса тарелки (см. рис. 3) возрастает производительность за счет того, что путь, который проходит жировой шарик в направлении перпендикулярном оси вращения барабана, уменьшается и сопротивление движению жидкости вдоль образующей снижается.

Эффективность сепарирования зависит от содержания жира в молоке и размеров жировых шариков. Чем крупнее шарики, тем быстрее они выделяются (см. рис. 4). При высокой жирности молока размер жировых шариков увеличивается, и процесс сепарирования протекает быстрее, тем самым увеличивая производительность.

Таким образом, повышение производительности сепаратора-сливкоотделителя и качество разделения молока на сливки и обезжиренное молоко зависит от увеличения числа тарелок, за счёт увеличения наклона образующей конуса тарелки, от содержания жира в молоке и размеров жировых шариков. Модернизация сепаратора позволяет обеспечить одинаковый расход молока и его равномерное распределение в межтарелочных пространствах по высоте пакета тарелок посредством последовательного увеличения диаметров отверстий тарелок, образующих вертикальные подводящие каналы от днища к крышке.

Порядок выполнения работы.

1. Подробно изучить основные теоретические сведения).
2. Обсудить с преподавателем основы методики расчета основных параметров оборудования.
3. Провести расчет основных параметров оборудования по данным (найти в интернет-источниках).

Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- расчет основных параметров сепаратора;
- выводы по работе.

#### **Практическая работа № 4**

##### **Расчет основных параметров фасовочно-упаковочного оборудования для мясных замороженных полуфабрикатов**

Цель и задачи работы.

- изучение теоретических основ расчета основных параметров оборудования;
- расчет основных параметров оборудования;
- на практическом занятии каждый магистрант получает индивидуальное задание.

##### **1. Задание.**

Мощность комбината - 116 тонн перерабатываемого молока в смену по выпуску следующего ассортимента молочной продукции:

- молоко пастеризованное жирностью 3,5 %;
- кефир жирностью 0 %;
- сметана жирностью 30 %.

Содержание жира в заготавливаемом цельном молоке 3,6 %.

Распределение цельного молока по ассортименту в каждую смену:

- на выработку молока пастеризованного 34 т;
- на выработку кефира 34 т;
- на выработку сметаны 38 т.

Режим работы комбината по нормам проектирования:

-количество условных суток максимальной загрузки в течение года.....	300
-расчетное количество смен работы в сутки.....	2
в год.....	600
-нагрузка сырья по сменам.....	равномерная

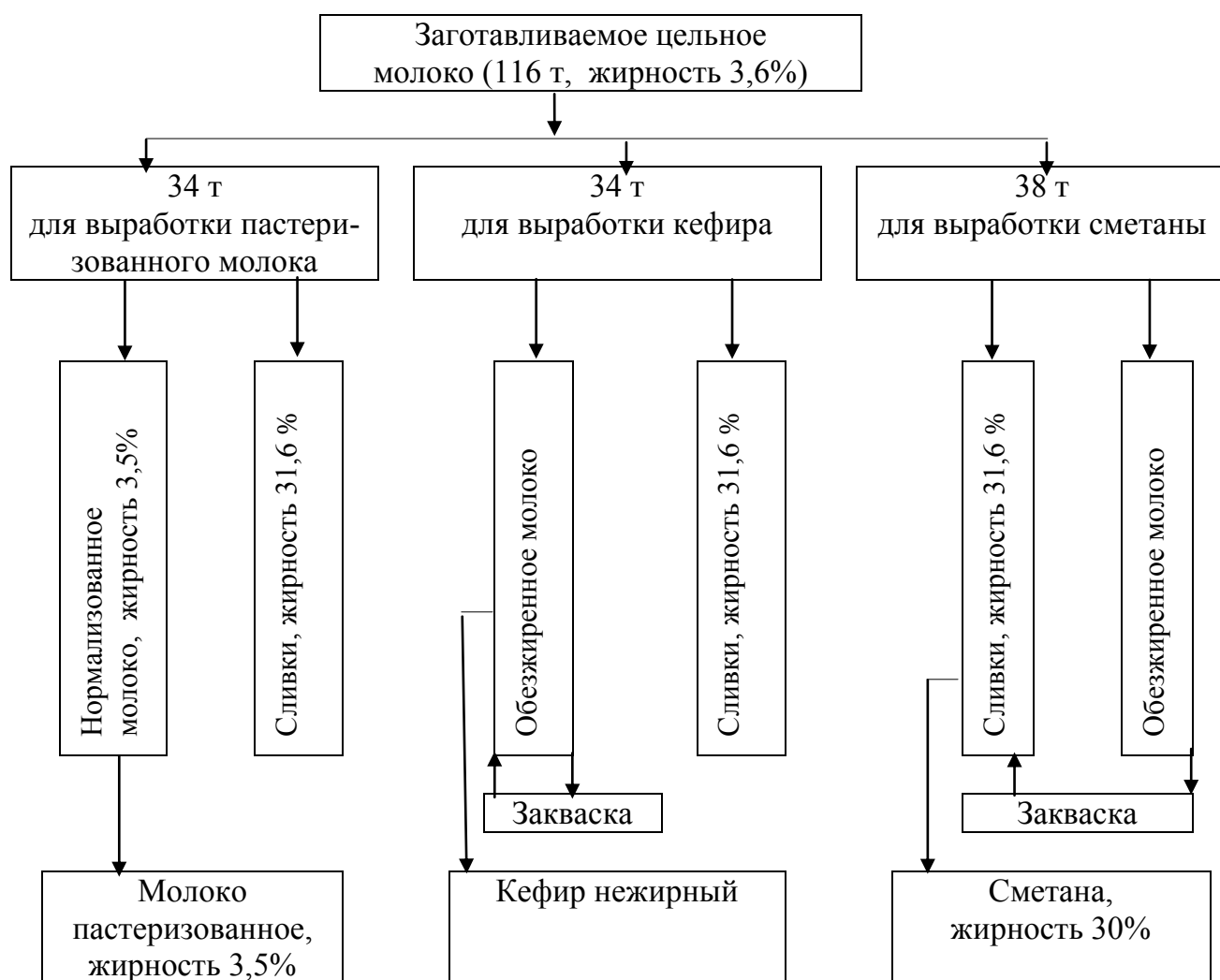
Технические условия на сырьё и готовую продукцию:

Продукт	Массовая доля жира, %, не менее	Кислотность, °Т, не более	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	Температура, °С
Молоко натуральное коровье - сырьё	Расчетная 3,6	Высший и 1 сорт 16...18, 2 сорт 16...20,99	1027	не выше 10
Молоко пастеризованное	3,5	21, 20 (при жирности ≥ 4,7%)	1027 (при другой жирности см. физ.-хим. показатели)	4 ± 2
Кефир	-	85...130	-	4 ± 2
Сметана жирностью 30%	30	При жирности 10...19 % 60...90. При жирности 20...58 % 60...100	-	4 ± 2

## 2. Разработка схемы переработки молока

При разработке схемы переработки молока за основу принимаем схему переработки молока, основанную на отборе сливок:





Предполагается сливки, полученные при выработке пастеризованного молока и кефира, направлять на выработку сметаны, поэтому жирность этих сливок принята равной жирности сливок, получаемых при выработке сметаны.

Закваску для выработки кефира готовим на обезжиренном молоке, получаемом при выработке кефира.

Закваску для выработки сметаны готовим на обезжиренном молоке, получаемом при его выработке.

### 3. Продуктовый расчет

Продуктовый расчет выполняется на основе уравнений материального баланса.

#### 3.1. Молоко пастеризованное

На производство пастеризованного молока согласно заданию направляются 34 т цельного молока в смену. Содержание жира в цельном молоке 3,6 %, а в пастеризованном 3,5 % . Нормализация молока произво-

дится в потоке на сепараторе – нормализаторе (если вырабатываемое пастеризованное молоко - обезжиренное, то на сепараторе-сливкоотделителе).

Количество сливок, получаемых при этом:

$$K_{\text{СЛ.МП}} = \frac{K_{\text{М.МП}} (Ж_{\text{М.МП}} - Ж_{\text{НМ.МП}})}{Ж_{\text{СЛ.МП}} - Ж_{\text{НМ.МП}}} \cdot \frac{100 - \Pi}{100} =$$

$$= \frac{34 \cdot 10^3 (3,6 - 3,5)}{31,6 - 3,5} \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 114,95 \text{ кг.}$$

где  $K_{\text{М.МП}}$  - количество цельного молока, направляемого на выработку пастеризованного молока;

$Ж_{\text{М.МП}}, Ж_{\text{НМ.МП}}, Ж_{\text{СЛ.МП}}$  - жирность, соответственно цельного молока, нормализованного молока и сливок;

$\Pi$  - процент потерь ( $\Pi=0,5\%$ ).

Жирность сливок принимаем равной 31,6 %, для того, чтобы сливки можно было использовать для производства сметаны жирностью 30 %.

Количество нормализованного молока равно:

$$K_{\text{НМ.МП}} = K_{\text{М.МП}} - K_{\text{СЛ.МП}} = 34000 - 114,946 = 33885,05 \text{ кг.}$$

Рассчитаем количество молока пастеризованного в пакетах. На 1000 кг пастеризованного молока в пакетах в соответствии с нормой расходуются 1007,4 кг нормализованного молока, поэтому в пакетах будет выработано:

$$K_{\text{МП.П}} = \frac{K_{\text{НМ.МП}} \cdot 1000}{1007,4} = \frac{33885,05 \cdot 1000}{1007,4} = 33636,15 \text{ кг.}$$

Общая масса потерь молока:

$$K_{\text{МП.ПОТ}} = K_{\text{НМ.МП}} - K_{\text{МП.П}} = 33885,05 - 33636,15 = 248,9 \text{ кг.}$$

### 3.2. Кефир

Для производства кефира жирностью цельное молоко нормализуют на сепараторе – сливкоотделителе (если кефир не обезжиренный, то на сепараторе - нормализаторе). Количество полученных сливок:

$$K_{\text{СЛ.К}} = \frac{K_{\text{М.К}} (Ж_{\text{М.К}} - Ж_{\text{ОМ.К}})}{Ж_{\text{СЛ.К}} - Ж_{\text{ОМ.К}}} \cdot \frac{100 - \Pi}{100} =$$

$$= \frac{34 \cdot 10^3 (3,6 - 0,05)}{31,6 - 0,05} \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 3634,4 \text{ кг}$$

где  $K_{\text{М.К}}$  - кол-во цельного молока, направляемого на производство кефира;

$Ж_{\text{М.К}}, Ж_{\text{ОМ.К}}, Ж_{\text{СЛ.К}}$  - жирность соответственно цельного молока, обезжиренного молока, сливок;

$\Pi$  - процент потерь.

Количество обезжиренного (нормализованного) молока равно:

$$K_{OM.K} = K_{M.K} - K_{CL.K} = 34000 - 3634,6 = 30356,6 \text{ кг.}$$

Количество закваски, необходимой для выработки кефира:

$$З = \frac{K_{OM.K} \cdot K_3}{100} = \frac{30356,6 \cdot 5}{100} = 1517,83 \text{ кг,}$$

где  $K_3$  - количество закваски по рецептуре в процентах.

Закваска приготавливается на обезжиренном молоке.

Количество кефира в бумажных пакетах, исходя из норм потерь:

$$K_{K.П} = \frac{K_{OM.K} \cdot 1000}{1012} = \frac{30356,6 \cdot 1000}{1012} = 29996,640 \text{ кг.}$$

Потери кефира:

$$K_{KП.ПОТ} = K_{OM.K} - K_{K.П} = 30356,6 - 29996,640 = 359,95 \text{ кг.}$$

### 3.3. Сметана.

Для производства сметаны направляют 38 т цельного молока в смесу.

Количество сливок, получаемых на сепараторе – сливоотделителе:

$$\begin{aligned} K_{CL.CM} &= \frac{K_{M.CM} (Ж_{M.CM} - Ж_{OM.CM})}{Ж_{CL.CM} - Ж_{HM.CM}} \cdot \frac{100 - П}{100} = \\ &= \frac{38000(3,6 - 0,05)}{31,6 - 0,05} \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 4082,26 \text{ кг.} \end{aligned}$$

где  $K_{M.CM}$  - количество цельного молока, направляемого на производство сметаны;

$Ж_{M.CM}, Ж_{OM.CM}, Ж_{CL.CM}$  - жирность соответственно цельного молока, обезжиренного молока, сливок;

$П$  - процент потерь.

Количество обезжиренного молока:

$$K_{OM.CM} = K_{M.CM} - K_{CL.CM} = 38000 - 4082,26 = 33917,74 \text{ кг.}$$

Всего на выработку сметаны направлено сливок в количестве:

$$\begin{aligned} K_{\Sigma CL} &= K_{CL.CM} + K_{CL.МП} + K_{CL.K} = \\ &= 4082,26 + 3634,4 + 114,95 + 147,67 = 7979,47 \text{ кг,} \end{aligned}$$

где  $K_{CL.МП}, K_{CL.K}$  - количество сливок, полученное при выработке пастеризованного молока и кефира.

Количество закваски на обезжиренном молоке:

$$З = \frac{K_{\Sigma CL} \cdot K_3}{100} = \frac{7979,47 \cdot 5}{100} = 398,97 \text{ кг}$$

Общее количество заквашенных сливок:

$$K_{3, \text{СЛ}} = K_{\text{СЛ}, \text{СМ}} + 3 = 7979,47 + 398,97 = 8374,44 \text{ кг}$$

Количество расфасованной сметаны в соответствии с нормами потерь:

$$K_{\text{СМ}, \text{Ф}} = \frac{K_{3, \text{СЛ}} \cdot 1000}{1005} = \frac{8374,44 \cdot 1000}{1005} = 8332,78 \text{ кг}$$

Потери при выработке сметаны:

$$K_{\text{СМ}, \text{ПОТ}} = K_{3, \text{СЛ}} - K_{\text{СМ}, \text{Ф}} = 8374,44 - 8332,78 = 41,66 \text{ кг}$$

### 3.5. Сводная таблица продуктового расчета

Результаты продуктового расчета всего ассортимента приведены в сводной таблице:

Продукт	Количество продукта в тоннах				
	в 1 см	в 2 см	в сутки	в месяц	в год
Молоко заготавливаемое	106	106	212	2650	31800
Молоко пастеризованное	33,636	33,636	67,272	1681,8	20181,6
Кефир	29,996	29,996	59,992	1499,8	17997,6
Сметана	8,333	8,333	16,666	208,325	2499,9
Закваска	2,426	2,426	4,852	60,65	727,8

## 4. Технология выработки молочных продуктов

Диаграммы технологических процессов выработки продуктов составляются в соответствии с ГОСТами, ОСТами и другой технической и периодической литературой.

Первой операцией является приемка молока. При приемке молока определяют количество, органолептические показатели, массовую долю жира, группу чистоты, бактериальную обсемененность, титруемую кислотность, температуру, плотность и температуру замерзания.

Поступившее на предприятие цельное молоко проходит следующую первичную технологическую обработку:

- очистка молока от механических частиц;
- охлаждение до 4 – 6 °С;
- промежуточное хранение при температуре 4 – 6 °С.

### 4.1. Технологический процесс выработки пастеризованного молока

Технологический процесс состоит из операций:

- подогрев молока до температуры 40 °С;
- нормализация молока (отделение сливок) до жирности 3,5% (или получение обезжиренного молока);
- пастеризация молока при температуре  $76 \pm 2$  °С с выдержкой 20 с;
- охлаждение до 4 – 6 °С;
- промежуточное хранение не более 6 часов при температуре 4 – 6 °С;

- розлив молока;
- хранение не более 36 часов при температуре 0 – 6 °С;
- охлаждение сливок до 4 – 6 °С;
- промежуточное хранение сливок при температуре 4 – 6 °С не более 6 часов.

По органолептическим показателям пастеризованное молоко должно соответствовать требованиям, указанным в таблице:

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Непрозрачная жидкость. Для жирных и высокожирных продуктов допускается незначительный отстой жира, исчезающий при перемешивании.
Консистенция	Жидкая, однородная нетягучая, слегка вязкая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира.
Вкус и запах	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов, с лёгким привкусом кипячения.
Цвет	Белый, равномерный по всей массе, для обезжиренного – со слегка синеватым оттенком.

Физико-химические показатели пастеризованного молока:

1. Массовая доля жира – не более 0,1 % (не менее для жирности более 0,1%).
2. Плотность - при жирности 0,1 % не менее 1030 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 3...1,0% не менее 1029 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 1,2...2,5 не менее 1028 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 2,7...4,5% не менее 1027 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 4,7...7,0% не менее 1024 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 7,2...9,5% не менее 1024 кг/м<sup>3</sup>.
3. Массовая доля белка - при жирности 0,1...2,5 % не менее 2,8 %.
  - при жирности 2,7...9,5 % не менее 2,6 %.
4. Кислотность не более 21 % при жирности 0,1...4,5 %.
- 20 % при жирности 4,7...9,5 %.
5. Степень чистоты по эталону - не ниже I-ой группы.
6. Температура при выпуске с предприятия – не более 6 °С.

Физико-химические показатели пастеризованного молока:

1. Массовая доля жира – не более 0,1 % (не менее для жирности более 0,1%).
2. Плотность - при жирности 0,1 % не менее 1030 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 0,3...1,0% не менее 1029 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 1,2...2,5 % не менее 1028 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 2,7...4,5 % не менее 1027 кг/м<sup>3</sup>.
  - при жирности 4,7...7,0 % не менее 1024 кг/м<sup>3</sup>.

- при жирности 7,2...9,5 % не менее 1024 кг/м<sup>3</sup>.
- 3. Массовая доля белка - при жирности 0,1...2,5 % не менее 2,8 %.
- при жирности 2,7...9,5 % не менее 2,6 %.
- 4. Кислотность не более 21 % при жирности 0,1...4,5 %.
- 20 % при жирности 4,7...9,5 %.
- 5. Степень чистоты по эталону - не ниже I-ой группы.
- 6. Температура при выпуске с предприятия – не более 6 °С.

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в продукте не должно превышать допустимые уровни, установленные СанПиН 2.3.2.1078.

По микробиологическим показателям пастеризованное молоко должно соответствовать требованиям

Показатель	Норма
Количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ), КОЭ в 1 см <sup>3</sup> продукта, не более	50000 для пастеризованного в бутылках и пакетах группы А, 100000 – для группы Б
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) не допускаются в см <sup>3</sup> продукта	1,0 – для группы А 0,01 - для группы Б
Патогенные микроорганизмы	Не допускаются
Сальмонеллы в 25 г продукта	Не допускаются

Фосфатаза в продукте не допускается.

#### 4.2. Характеристика кисломолочных продуктов

По характеру сквашивания молока кисломолочные продукты условно делят на две группы: полученных в результате только молочнокислого брожения (простокваша, ацидофильное молоко, йогурт и др.) и смешанного: молочнокислого и спиртового (кефир, кумыс и др.).

При молочнокислом брожении на молочный сахар воздействует фермент лактаза, выделяемый молочнокислыми бактериями. На первой стадии брожения молекула лактозы расщепляется на две молекулы моносахаридов - глюкозу и галактозу.

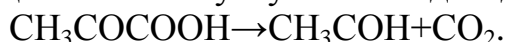
В результате ферментных превращений из глюкозы и галактозы вначале образуется пировиноградная кислота, которая под действием фермента кодегидразы затем восстанавливается до молочной кислоты.

В результате побочных процессов, протекающих одновременно с молочнокислым брожением, из лактозы образуют некоторые летучие кислоты, углекислый газ и др. Под действием ароматобразующих бактерий молочный сахар разлагается, образуя диацетил, придающий продукту специфический запах.

В ходе молочнокислого брожения на образование молочной кислоты, диацетила и других веществ расходуется 20 – 25% всей содержащейся в молоке лактозы. Остальное количество ее поступает в организм человека

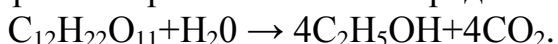
и потребляется в процессе жизнедеятельности молочнокислой микрофлоры кишечника.

При смешанном брожении на лактозу воздействуют ферменты молочнокислых бактерий и молочных дрожжей. Молочный сахар вначале также расщепляется на глюкозу и галактозу, из которых образуется пировиноградная кислота. Под действием ферментов молочнокислых бактерий часть пировиноградной кислоты восстанавливается до молочной кислоты, другая под действием фермента карбоксилазы, содержащегося в клетках молочных дрожжей, расщепляется на уксусный альдегид и углекислый газ:



Уксусный альдегид восстанавливается в этиловый спирт.

В общем виде спиртовое брожение можно представить так:



Образующаяся в процессе молочнокислого или смешанного брожения молочная кислота взаимодействует с казеинаткальцийфосфатным комплексом молока; снижает Н-ионами его отрицательный заряд и отщепляет кальций. В результате частицы казеина теряют устойчивость, агрегируют и коагулируют.

Для выработки кисломолочных продуктов используют следующий состав заквасок:

Продукт	Состав заквасок
Кефир	Мезофильные молочнокислые и ароматобразующие стрептококки, мезофильные и термофильные молочнокислые палочки, уксуснокислые бактерии, молочные дрожжи, или молочнокислые стрептококки, молочнокислые палочки, уксуснокислые бактерии, молочные дрожжи.
Сметана	Мезофильные молочнокислые стрептококки, или мезофильные и термофильные молочнокислые стрептококки, или другие закваски

#### 4.3. Технологический процесс производства кефира

Принимаем резервуарный способ производства кефира. В этом случае технологический процесс состоит из следующих операций:

- подогрев молока до температуры  $43 \pm 2$  °С;
- получение нормализованного (или обезжиренного) молока;
- гомогенизация при давлении  $15 \pm 2,5$  МПа и температуре  $45 \dots 48$  °С;
- пастеризация молока при температуре  $92 \pm 2$  °С с выдержкой 2 - 8 минуты;
- охлаждение молока до  $23-25$  °С;
- заквашивание и сквашивание при температуре  $20 - 25$  °С в течение 8 - 12 часов до образования сгустка кислотностью  $85 - 100$  °Т;
- охлаждение до  $14 \pm 2$  °С и созревание кефира в течение 9 - 13 часов;
- розлив кефира;

- хранение не более 18 часов при температуре 0 – 6 °С;
- охлаждение сливок до 4-6 °С;
- промежуточное хранение сливок при температуре 4-6 °С не более 6 часов.

По органолептическим показателям кефир должен соответствовать требованиям, указанным в таблице:

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Вкус слегка острый, допускается дрожжевой привкус
Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Консистенция и внешний вид	Однородная, с нарушенным или ненарушенным сгустком. Допускается газообразование, вызванное действием микрофлоры кефирных грибков

Физико-химические показатели:

1. Массовая доля жира – не более 0,1 % (не менее для жирности более 0,1%).
2. Массовая доля белка - при жирности 0,1...2,5 % не менее 2,8 %.  
- при жирности 2,7...9,5 % не менее 2,6 %.
3. Кислотность 85-130 °Т.
4. Температура при выпуске с предприятия - не более  $4 \pm 2$  °С.

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в продукте не должно превышать допустимые уровни, установленные СанПиН 2.3.2.1078.

Микробиологические показатели продукта должны соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

Количество молочнокислых микроорганизмов КОЕ в 1 г продукта в течение срока годности – не менее  $10^7$ .

Количество дрожжей в 1 г продукта – не менее  $10^4$ .

Фосфатаза в продукте не допускается.

Для выработки кефира, в соответствии с заданием, используется 34 тонны цельного молока жирностью 3,6%.

Жирность кефира должна быть .... %, поэтому молоко нормализуют (или отделяют сливки и получают обезжиренное молоко). Эту операцию выполняют на сепараторе-нормализаторе, получая молоко требуемой жирности и сливки жирностью 31,6% (или на сепараторе-сливкоотделителе, получая обезжиренное молоко и сливки жирностью 31,6%). Эти сливки используются при выработке сметаны.

В цельном молоке диаметр жировых шариков составляет 0,5-10 мкм. В результате гомогенизации происходит дробление жировых шариков. В результате этой операции их диаметр уменьшается до 1 мкм. Благодаря этой операции улучшается консистенция кефира и предупреждается отде-



ление сыворотки.

В результате пастеризации уничтожаются микроорганизмы в молоке и создаются условия, благоприятные для развития микрофлоры закваски. Молоко пастеризуется при температурах, близких к 100 °С. При этих условиях происходит денатурация сывороточных белков молока, которые участвуют в построении структуры сгустка, повышаются гидратационные свойства казеина и его способность к образованию более плотного сгустка, хорошо удерживающего сыворотку.

В качестве закваски используется кефирный грибок, который представляет собой симбиоз различных микроорганизмов. Поступившие на предприятие сухие кефирные грибки активизируют в лабораторных условиях. Для этого их выдерживают в кипяченой, охлажденной воде, а затем в пастеризованном и охлажденном молоке до тех пор, пока не восстановится их активность. Она устанавливается по всплыванию грибков на поверхность. Чтобы получить кефирную закваску, вначале кефирные грибки помещают в пастеризованное и охлажденное до 18 - 22 °С молоко из расчета 1 часть грибков на 30-50 частей молока и выдерживают до образования сгустка. Кефирные грибки отделяют от закваски и помещают в свежее пастеризованное и охлажденное молоко, а полученную закваску применяют для получения промышленной закваски или непосредственно для производства кефира.

Температура заквашивания и сквашивания выбрана из интервала температур благоприятных для развития мезофильных бактерий. Сквашивание проводят при температуре заквашивания. В процессе сквашивания происходит размножение микрофлоры закваски, нарастает кислотность, коагулирует казеин и образуется сгусток. Окончание сквашивания определяют по образованию достаточно плотного сгустка и достижению требуемой кислотности.

После сквашивания продукт охлаждают и оставляют в той же емкости для созревания. Во время созревания активизируются дрожжи, происходит процесс спиртового брожения; в продукте накапливается спирт, углекислота и другие вещества придающие этому продукту его специфические свойства.

После разлива кефир помещают в холодильник, в котором он храниться при температуре 4-6 °С не более 6 часов.

#### **4.4. Технологический процесс выработки сметаны**

Принимаем резервуарный способ выработки сметаны. В этом случае технологический процесс состоит из следующих технологических операций:

- подогрев молока до температуры  $43 \pm 2$  °С;
- сепарирование молока, получение сливок жирностью 31,6% и обезжиренного молока;
- пастеризация сливок при температуре  $86 \pm 2$  °С с выдержкой 2 - 10 ми-

нут;

- гомогенизация сливок при давлении 8-12 МПа (жирность сметаны 10, 15, 20%), 7 - 11 МПа (жирность сметаны 25%), 7 - 10 МПа (жирность сметаны 30%) и температуре  $86 \pm 2$  °С;
- охлаждение до  $28 \pm 2$  °С;
- заквашивание и сквашивание (7 - 10 часов) до образования сгустка и достижения кислотности не менее 60 °Т для сметаны жирностью 10 и 15%, не менее 55 °Т для сметаны жирностью 20 и 25%, не менее 50 °Т для сметаны жирностью 30%;
- перемешивание 3 – 15 минут для получения однородной консистенции;
- фасовка (продолжительность фасовки из одной емкости не более 4-х часов);
- охлаждение до 0 – 6 °С и созревание в течение 6 - 12 часов;
- хранение при температуре не выше 6 °С;
- охлаждение и хранение обезжиренного молока при температуре 4 - 6 °С.

По органолептическим показателям сметана должна соответствовать требованиям, указанным в таблице:

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная густая масса с глянцевой поверхностью
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

Физико-химические показатели:

1. Массовая доля жира - не менее 30%.
2. Массовая доля белка не менее 3,0 % (для жирности 10...14 %).  
2,8 % (для жирности 15...19 %).  
2,6 % (для жирности 20...34 %).  
2,4 % (для жирности 35...48 %).  
2,2 % (для жирности 50...58 %).
- 3 Кислотность не более 60...90 °Т (для жирности 10...19 %).  
60...100 °Т (для жирности 20...58 %).

4. Температура при выпуске с предприятия - не более 6 °С.

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в продукте не должно превышать допустимые уровни, установленные СанПиН 2.3.2.1078.

Микробиологические показатели продукта должны соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

Наименование показателя	Норма
Количество молочнокислых микроорганизмов КОЕ в 1 г в течение срока годности	не менее $10^7$ КОЕ
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в $25 \text{ см}^3$ продукта	не допускаются
Бактерии группы кишечной палочки в $0,0001 \text{ см}^3$ продукта	не допускаются

Фосфатаза в продукте не допускается.

Пастеризация сливок необходима не только для уничтожения вегетативной микрофлоры, но и для разрушения иммунных тел, которые будут мешать развитию молочнокислых бактерий закваски. Пастеризация необходима также для полной инактивации ферментов (липаза, пероксидаза и др.), которые при хранении сметаны будут вызывать глубокие изменения компонентов продукта и быструю его порчу. Кроме того, пастеризация сливок играет большую роль в улучшении консистенции сметаны и ее синергетических свойств. Происходит денатурация сывороточных белков (на 40 - 60%), они при сквашивании вместе с казеином участвуют в образовании сгустка.

В гомогенизированных сливках увеличивается количество жировых шариков и, следовательно, увеличивается поверхность жировой фазы. При этом вновь образовавшиеся оболочки жировых шариков дополнительно связывают свободную воду. Это приводит к повышению вязкости сливок. Белковые вещества оболочек жировых шариков участвуют в структурообразовании при сквашивании сливок. Гомогенизация улучшает условия кристаллизации молочного жира при созревании сметаны, что способствует формированию густой консистенции готового продукта.

Гомогенизацию сливок можно проводить до или после пастеризации.

С целью получения сметаны хорошей консистенции рекомендуется гомогенизацию проводить после пастеризации. Это обусловлено тем, что в процессе гомогенизации снижается стабильность белковой фазы, поэтому при последующей пастеризации могут образовываться хлопья белка в сливках и крупитчатая консистенция сметаны.

При гомогенизации значительно повышается дисперсность жировых шариков, происходят изменения оболочек жировых шариков, уменьшается количество свободного жира в сливках, содержание которого повышается при термической обработке. Поэтому пастеризация гомогенизированных сливок может вызвать образование большого числа коалесцированных жировых шариков в виде капель жира, а затем в сметане появление жировых комочков. Гомогенизация способствует также активизации ферментов сливок, в том числе и липазы, сопровождаемой образованием свободных жирных кислот и появлением салистого привкуса. Поэтому до гомогенизации необходимо инактивизировать ферменты пастеризацией.

Выбор последовательности операций гомогенизации и пастеризации

зависит от качества исходного сырья, санитарно-гигиенических условий производства и применяемого оборудования.

Сливки после гомогенизации охлаждают до температуры заквашивания и заквашивают закваской в количестве 1 - 5%. Скваживание сливок происходит до образования сгустка и достижения необходимой кислотности. Длительность сквашивания зависит от вида сметаны.

При сквашивании, охлаждении и созревании происходят основные процессы структурообразования сметаны, формирующие консистенцию готового продукта.

При сквашивании сливок происходит коагуляция казеина. Некоторые сывороточные белки, денатурированные в процессе пастеризации, образуют комплексы с казеином. При этом улучшаются гидратационные свойства казеина, который активнее связывает воду в период сквашивания, что обеспечивает плотную структуру продукта: образуется более прочный сгусток, хорошо удерживающий сыворотку. Кроме того, при сквашивании происходит частичное отвердевание жира в жировых шариках и некоторая потеря отрицательного заряда на их поверхности в результате повышения кислотности сливок; образуются скопления жировых шариков, участвующие в формировании структуры продукта.

После окончания сквашивания сливки перемешивают и отправляют на фасование.

После фасования сметану направляют на охлаждение и созревание. В холодильных камерах при температуре 0 – 6 °С одновременно с охлаждением продукта происходит его созревание. Продолжительность охлаждения и созревания в мелкой таре 6 - 12 часов. Созревание проводят для того, чтобы сметана приобрела плотную консистенцию. Это происходит в основном из-за отвердевания глицеридов молочного жира. Степень отвердевания глицеридов зависит от температуры охлаждения и длительности выдержки: с понижением температуры количество отвердевшего молочного жира в сметане увеличивается. При 0-8 °С степень отвердевания глицеридов составляет 35 - 50%.

При созревании сметана приобретает оптимальную кислотность.

После созревания продукт готов к реализации.

## **5. Технохимический и микробиологический контроль**

Показатели, подлежащие контролю, периодичность контроля, названия анализов и места отбора проб указаны в таблицах.

Показатели технохимического контроля.

Продукты и операции технологических процессов, подвергаемые контролю	Контролируемые показатели
Молоко цельное	
В процессе хранения через каждые 3 часа	Температура, °С; кислотность, °Т.
Молоко пастеризованное, питьевое	
Перед пастеризацией	Органолептические;

	кислотность, °Т или рН; содержание жира, %; плотность, г/см <sup>3</sup> .
В процессе нормализации	Содержание жира, %.
В процессе пастеризации	Температура °С.
Перед розливом из каждого резервуара	Температура °С; органолептические; кислотность, °Т или рН; содержание жира, %; содержание СОМО, % (по формуле); плотность, г/см <sup>3</sup> ; алкогольная проба или проба на кипячение; эффект гомогенизации, %; проба на фосфатазу, %.
Кефир	
Молоко перед пастеризацией	Органолептические; кислотность, °Т или рН; содержание жира, %; содержание СОМО, % (по формуле); плотность, г/см <sup>3</sup> ; алкогольная проба или проба на кипячение.
Молоко в процессе нормализации	Содержание жира, %.
Молоко в процессе пастеризации	Температура °С.
Молоко в процессе заквашивания, сквашивания и созревания	Кислотность °Т.
Сметана	
Сливки исходные перед пастеризацией	Температура °С; органолептические; кислотность, °Т или рН; содержание жира, %.
Сливки в процессе заквашивания, сквашивания, охлаждения и созревания	Температура °С; кислотность °Т или рН.
Сметана перед расфасовкой из каждой емкости	Температура, °С; органолептические; кислотность, °Т или рН; содержание жира, %.

Периодичность микробиологического контроля, название анализа и место отбора проб.

Продукты и операции технологических процессов, подверженные контролю	Название анализа	Указание места пробы	Периодичность контроля
Молоко цельное			
Молоко при приемке	Редуктазная проба	Средняя проба от каждого поставщика	1 раз в декаду
Молоко питьевое			

Молоко перед пастеризацией	Общее количество бактерий	Из резервуара	Не менее 3 раз в неделю
Молоко в процессе пастеризации	Общее количество бактерий	На выходе из аппарата	Не менее 3 раз в неделю
Разлитое молоко в процессе хранения	Бродильная проба	Из 2-3 пакетов	Ежедневно
Кефир			
Молоко перед пастеризацией	Общее количество бактерий	Из резервуара	1 раз в 5 раз
Молоко в процессе пастеризации	Общее количество бактерий	На выходе из аппарата	Ежедневно
Молоко в процессе производства закваски	Бродильная проба	На выходе из аппарата	Ежедневно
	Микроскопический препарат	Из заквасочников	Ежедневно
Молоко заквашенное	Бродильная проба	Из заквасочников	Ежедневно
	Бродильная проба	Из 1-2 пакетов	Ежедневно
Разлитый продукт в процессе хранения	Бродильная проба	Из 1-2 пакетов	Ежедневно
Сметана			
Сливки перед заквашиванием	Бродильная проба	Из ванн	1 раз в 5 дней
Сливки после заквашивания	Бродильная проба	Из ванн	1 раз в 5 дней
Расфасованная сметана в процессе хранения	Бродильная проба	Средняя проба из 2-3 банок	1 раз в 5 дней

## Практическая работа № 5

### Изучение и расчет современных технологических систем для фасовки и упаковки в современную тару.

#### 1. Цель и задачи работы.

- изучение теоретических основ расчета основных параметров оборудования;
- расчет основных параметров оборудования;

#### 2. Общие положения (теоретические сведения).

Современное упаковочное производство стремится в первую очередь обеспечить для потребителя удобство упаковки при открывании и возможность дальнейшего хранения в ней продукта, а для производителя – сохранность и целостность упакованного продукта при транспортировании и хранении, возможность использования универсального фасовочно-упаковочного оборудования для различных номенклатур сыпучих продуктов.

Пельмени и другие замороженные полуфабрикаты из мясного сырья преимущественно фасуются в паковку из полимерных материалов типа трехшовных пакетов Flow-pack.

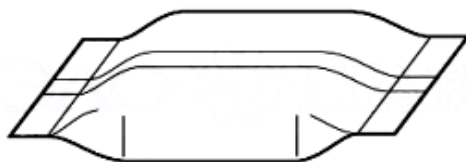


Рис. 1. Пакет Flow-pack типа подушка

Как показал анализ устройства и принципа действия фасовочно-упаковочного оборудования, образующего трехшовный пакет из одного рулона упаковочного материала, все автоматы работают по схожему принципу, который заключается в следующем. После дозировки требуемой порции замороженных полуфабрикатов насыпью, поступающего из загрузочного бункера, из рулона упаковочного материала с помощью функциональных механизмов автомата в рукавообразователе происходит формование пакета и придание ему требуемой формы с помощью термосвариваемых устройств сначала в вертикальном направлении, а затем в горизонтальном.

Готовый пакет с продуктом по транспортеру движется на дальнейшие операции (рис. 2).

Одним из функциональных устройств фасовочно-упаковочных машин является устройство для разматывания рулона полимерной пленки. В таких устройствах рулоны фиксируются с помощью конусных втулок на горизонтальном валу, который установлен на подшипниках и приводится во вращение от электродвигателя через редуктор. Регулирование же скорости размотки ленты обеспечивается механизмом.

При расчете таких устройств важным этапом является определение крутящего момента  $M$ , который обеспечивает вращение рулона

$$M = M_1 + M_2 + M_3, \quad (1)$$

в которой  $M_1$  – момент сил трения в опорных подшипниках, воспринимающих вес рулона и вращающихся с ним частей;  $M_2$  – момент, обусловленный инерцией разгоняемого рулона и вращающихся с ним вала, конусных втулок и др.;  $M_3$  – момент, создаваемый тормозным устройством.

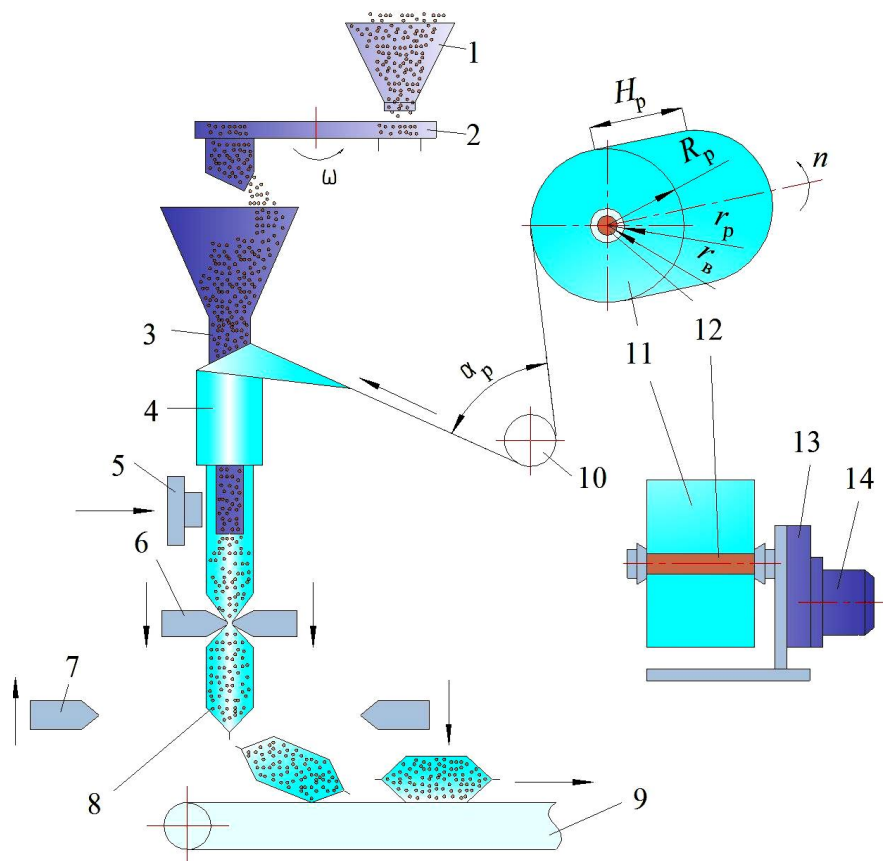


Рис. 2. Технологическая и расчетная схема фасовочно-упаковочного автомата: 1 – загрузочный бункер; 2 – вращающийся дозатор; 3 – воронка; 4 – рукавообразователь; 5, 6, 7 – устройства для термосваривания продольного и горизонтальных швов; 8 – пакет с продуктом; 9 – конвейер; 10 – направляющий ролик; 11 – рулон ленты; 12 – вал; 13 – редуктор; 14 – двигатель

Для упрощения известных формул для вычисления крутящего момента, выразим последовательно каждый из входящих в выражение (1) момент и, выполнив некоторые преобразования, получим

$$M_1 = 0,5 \cdot g \cdot (m_p + m_b) \cdot d \cdot \mu, \quad (2)$$

где  $m_p$  – масса рулона упаковочного материала;  $m_b$  – масса вала и вращающихся с ним частей (втулок, колец подшипников, шкива и пр.);  $d$  – диаметр опорного подшипника по поверхности трения;  $\mu$  – коэффициент трения в опорном подшипнике;

$$M_2 = \left( \frac{m_p}{2} (R_p^2 + r_p^2) + \frac{m_b R_b^2}{2} \right) \cdot \frac{\pi \cdot n^2}{10 \cdot \alpha_p}, \quad (3)$$

где  $R_p$  и  $r_p$  – радиусы рулона и его осевого отверстия;  $R_b$  – радиус вала;  $n$  – частота вращения вала при разматывании;  $\alpha_p$  – угол размотки рулона, град.;



$$M_3 = M_2 + M_1. \quad (4)$$

Заменим в выражениях (2), (3) массу рулона  $m_p$  на выражение

$$m_p = \rho_{\text{п}} \cdot V_p = \rho_{\text{п}} \cdot H_p \cdot \pi \cdot (R_p^2 - r_p^2), \quad (5)$$

в котором  $\rho_{\text{п}}$  – плотность полимера;  $V_p$  – объем рулона;  $H_p$  – ширина рулона.

Представленные выражения позволяют определить значение крутящего момента  $M$  по выражениям (1) – (5) и в дальнейшем подобрать оптимальный вариант конструкции механизма торможения.

Общее выражение крутящего момента после преобразований

$$M = [\pi \rho_{\text{п}} H_p (R_p^2 - r_p^2) + m_{\text{в}}] d \mu g + [\pi \rho_{\text{п}} H_p (R_p^4 - r_p^4) + m_{\text{в}} R_{\text{в}}^2] \frac{\pi n^2}{10 \alpha_p}. \quad (6)$$

Тогда мощность привода конструкции устройства для разматывания рулона выразим с помощью формулы

$$N = \frac{k \cdot M \cdot \pi \cdot n}{30 \cdot \eta},$$

после преобразований с использованием выражения (6) получим

$$N = \frac{[\pi \rho_{\text{п}} H_p (R_p^2 - r_p^2) + m_{\text{в}}] d \mu g + [\pi \rho_{\text{п}} H_p (R_p^4 - r_p^4) + m_{\text{в}} R_{\text{в}}^2] \pi^2 n^3 k}{300 \eta \alpha_p}, \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент запаса по мощности;  $\eta$  – общий КПД привода.

Построим графики зависимости мощности привода устройства для разматывания рулона в зависимости от частоты вращения для различных видов полимерных упаковочных материалов, характеризующихся различными плотностями: полипропилен (ПП) 900 кг/м<sup>3</sup>, полиэтилен низкого давления (ПЭНД) 960 кг/м<sup>3</sup>, полиамид (ПА) 1130 кг/м<sup>3</sup>, поливинилхлорид (ПВХ) 1250 кг/м<sup>3</sup>, полиэтилентерефталат (ПЭТ) 1390 кг/м<sup>3</sup>.

При моделировании были приняты следующие обозначения: диаметр опорного подшипника по поверхности трения  $d = 0,12$  м, коэффициент трения в опорном подшипнике  $\mu = 0,02$ , радиус вала  $R_{\text{в}} = 0,05$  м, угол ускорения рулона  $\alpha_p = 70^\circ$ , масса вала и вращающихся с ним частей  $m_{\text{в}} = 10$  кг, радиус осевого отверстия рулона  $r_p = 0,07$  м, коэффициент запаса по мощности привода  $k = 1,1$  и общий КПД привода  $\eta = 0,94$  (рис. 3).

Графики показывают, что при использовании пленки из ПЭТ мощность привода устройства для разматывания рулона для каждого конкретного случая повышается в среднем на 45-55 % по сравнению с использованием пленки из ПП. Например, при частоте вращения 210 об./мин и параметрах рулона  $R_p = 0,25$  м,  $H_p = 0,2$  м мощность привода устройства составит для пленки ПП – 6 кВт, а для пленки ПЭТ – 9,2 кВт (см. рис. 3, в).

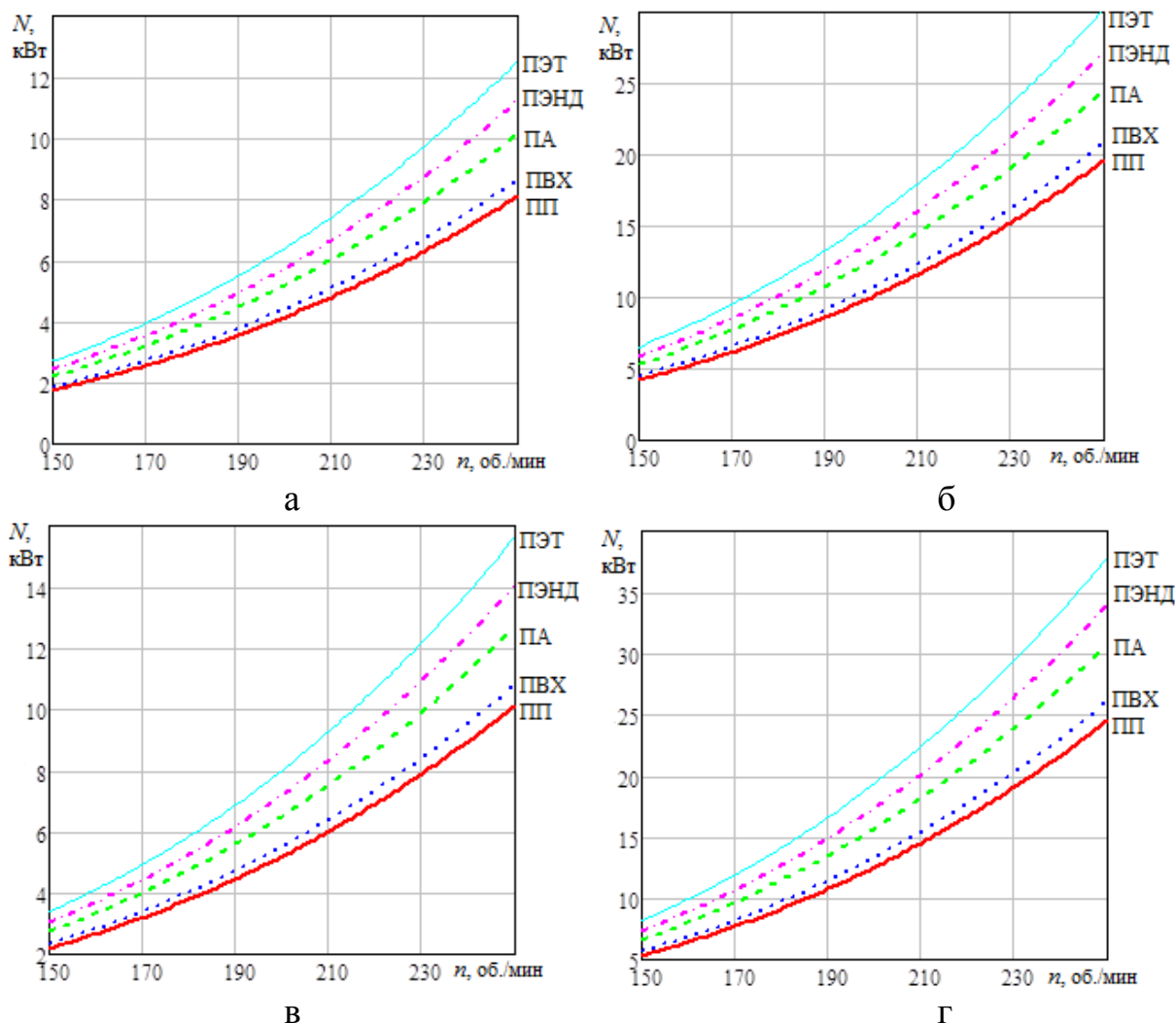


Рис. 3. Графики зависимости мощности привода устройства для разматывания рулона в зависимости от частоты вращения для полимерных пленок при  $R_p = 0,2\text{ м}$ ,  $H_p = 0,2\text{ м}$  (а),  $R_p = 0,2\text{ м}$ ,  $H_p = 0,25\text{ м}$  (б),  $R_p = 0,25\text{ м}$ ,  $H_p = 0,2\text{ м}$  (в),  $R_p = 0,25\text{ м}$ ,  $H_p = 0,25\text{ м}$  (г),

Таким образом, по приведенным зависимостям можно определить оптимальное значение мощности привода при разматывании рулона и для других типов полимерных пленках, варьируя значением их плотности.

### 3. Объекты исследования, оборудование, материалы и наглядные пособия.

Фасовочно-упаковочный автомат для сыпучих замороженных полуфабрикатов из мясного сырья и его основные параметры.

### 4. Задание на работу (рабочее задание).

Для проведения работы бригаде студентов предоставляются методические указания, а преподаватель иллюстрирует основные теоретические

сведения на доске и приводит примеры расчета. Каждый студент обязан оформить отчет.

#### 5. Ход работы (порядок выполнения работы).

Выполнение работы заключается в излучении теоретического материала (п. II) и расчете основных параметров оборудования.

№ в списке		$\rho_{\Pi}$	$H_p$	$R_p$	$n$
1	12	900	0,2	0,2	150
2	13	910	0,25	0,25	160
3	14	915	0,2	0,2	170
4	15	920	0,25	0,25	180
5	16	925	0,2	0,2	190
6	17	640	0,25	0,25	200
7	18	935	0,2	0,2	210
8	19	950	0,25	0,25	220
9	20	960	0,2	0,2	230
10	21	970	0,25	0,25	185
11	22	980	0,2	0,2	195

Порядок выполнения работы.

5.1. Подробно изучить основные теоретические сведения.

5.2. Обсудить с преподавателем основы методики расчета основных параметров оборудования.

5.3. Провести расчет основных параметров оборудования по данным (соответствующим номеру в списке).

#### 6. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- расчет основных параметров оборудования;
- выводы по работе.