

Некомерческое акционерное общество
Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова
Кафедра технологии переработки и стандартизации

А.М. Саидов, Д.А. Калитка, Ж.Е. Балгужинова, Н.Д. Жангабылова

ОБОРУДОВАНИЕ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Костанай, 2022

УДК 664.69
ББК 36.81-5
О-22

Авторы:

Саидов Анзор Мусаевич, старший преподаватель кафедры технологии переработки и стандартизации КРУ имени А. Байтурсынова,
Калитка Дмитрий Аркадьевич, преподаватель кафедры технологии переработки и стандартизации КРУ имени А. Байтурсынова
Балгужинова Жулдызай Ерденбековна, преподаватель специальных дисциплин Костанайского политехнического высшего колледжа
Жангабылова Назгуль Даулеткызы, преподаватель специальных дисциплин Костанайского политехнического высшего колледжа

Рецензенты:

Моисеенко Олег Викторович, кандидат технических наук, профессор кафедры транспорта и сервиса Костанайского инженерно-технического университета имени М. Дулатова
Черкасов Юрий Борисович, кандидат технических наук, senior lecturer, заведующий кафедрой транспорта и сервиса Костанайского инженерно-технического университета имени М. Дулатова
Молдахметова Замзагуль Корганбековна, кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора (доцента) кафедры технологии переработки и стандартизации КРУ имени А. Байтурсынова
Кобжасаров Тулеген Жумашкенович - PhD, и.о. ассоциированного профессора, кафедры технологии переработки и стандартизации Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова.
Саидов А.М./Калитка Д.А./Балгужинова Ж.Е./Н.Д. Жангабылова
С 14 «Оборудование макаронного производства»: Учебное пособие. – Костанай: КРУ имени А. Байтурсынова, 2022. – 96 с.

В учебное пособие включены технологические линии и оборудование производства макаронных изделий.

Предназначено для студентов высших учебных заведений образовательной программы 6В07203-Технология перерабатывающих и пищевых производств и может быть рекомендовано преподавателям высших учебных заведений при проведении учебных занятий по технологии макаронного производства.

УДК 664.69
ББК 36.81

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова, 27.12.2022 г., протокол № 6

© Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова

ISBN 978-601-356-229-2

© Саидов А.М., 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1	МАШИННО-АППАРАТУРНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	4
2	КЛАССИФИКАЦИЯ МАКАРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ.....	6
3	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ К ПРОИЗВОДСТВУ, ЗАМЕСА ТЕСТА И ФОРМОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	8
4	ТЕСТОСМЕСИТЕЛИ.....	13
5	ПРЕССУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА ВАКУУМИРОВАНИЯ.....	18
6	КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВЫХ ПРЕССОВ	21
7	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРЕССОВ.....	27
8	МАТРИЦЫ КАК ОСНОВНОЙ РАБОЧИЙ ОРГАН МАКАРОННОГО ПРЕССА.....	30
9	ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ФОРМОВАНИЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	36
10	МАШИНЫ ДЛЯ МОЙКИ МАТРИЦ.....	39
11	НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ.....	43
12	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАСКЛАДКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ...	53
13	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ КОРОТКИХ И ДЛИННЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	60
14	ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	88
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95

1 МАШИННО-АППАРАТУРНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Машинно-аппаратурная схема производства макаронных изделий представлена на рисунке 1.

Муку на предприятие доставляют на предприятие автомуковозами и с помощью пневмотранспорта через гибкий шланг, присоединенный к приемному щитку 6, по материалопроводу 7 подают в силосы 5 склада бестарного хранения муки. Силоса снабжены тензометрическими взвешивающими устройствами.

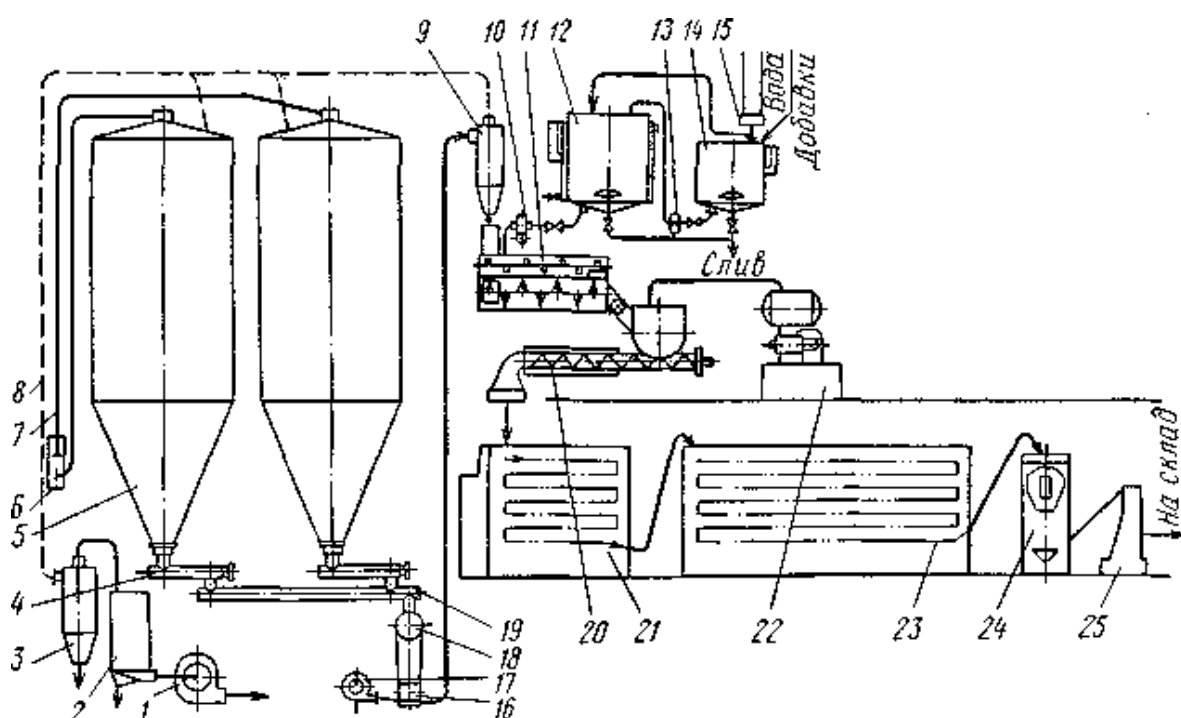


Рисунок 1 – Машинно-аппаратурная схема
производства макаронных изделий:

- 1 – вентилятор; 2 – рукавный фильтр; 3 – циклон; 4 – шнековый дозатор муки;
- 5 – силосы для хранения муки; 6 – мукоприемный щиток; 7 – материалопроводы;
- 8 – аспирационная труба; 9 – циклон; 10 – дозатор воды; 11 – тестосмеситель;
- 12 – емкость для эмульсии; 13 – насос; 14 – смеситель; 15 – терморегулятор воды;
- 16 – роторный питатель муки; 17 – воздуходувка; 18 – центробежный просеиватель;
- 19 – шнек; 20 – шнековый пресс; 21 – камера предварительной сушки;
- 22 – вакуумный насос; 23 – камера окончательной сушки;
- 24 – накопитель-стабилизатор; 25 – упаковочный автомат.

С помощью шнековых дозаторов 4 муку из различных силосов можно смешивать в различных пропорциях шнеком 19. После контрольного просеивания в просеивателе 18 мука с помощью роторного питателя 16 подается с помощью пневмотранспорта подается в тестомесильное отделение, где отделяется от транспортирующего воздуха в циклоне 9 и направляется в тестосмеситель 11.

Сюда же из дозатора 10 поступает эмульсия из расходного бака 12, оборудованного терморегулирующей рубашкой. Эмульсию готовят в смесителе 14, откуда она насосом 13 перекачивается в расходный бак. Вода поступает в смеситель через терморегулятор 15.

Тестосмеситель 11 имеет три отдельные камеры, через которые последовательно проходит приготавливаемое тесто. В последней емкости тесто вакуумируют с помощью насоса 22. Затем тесто поступает в пресс 20. Отформованные сырые макаронные изделия при выходе обдуваются воздухом для предотвращения слипания. Специальное устройство режет изделия, и они насыпью поступают сначала в камеру окончательной сушки 23. После сушки нагретые изделия выдерживают в накопителях - где они постепенно остывают до комнатной температуры и где происходит выравнивание влагосодержания.

Готовые изделия подаются в упаковочный автомат 25, снабженный весовым устройством. Фасовка может производиться в коробки из тонкого картона, целлофановые или полиэтиленовые пакеты. После упаковки в короба и маркировки готовые изделия отправляют на склад [1].

Контрольные вопросы

1. С помощью чего мука отделяется от транспортирующего воздуха?
2. Из сколько камер состоит тестосмеситель и какие операции в них происходят?
3. Куда отправляются макаронные изделия после сушки?
4. С какой целью отформованные сырые макаронные изделия при выходе из матрицы обдуваются воздухом?
5. С помощью каких устройств смешивают муку из различных силосов?

2 КЛАССИФИКАЦИЯ МАКАРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Макаронные изделия, представляют собой продукт, полученный из отформованного теста из пшеничной муки и воды, влажностью до 13% и ниже.

Достоинством макаронных изделий являются:

- способность к длительному хранению (более года) без изменения свойств (изделия не подвергаются черствению, хорошо переносят транспортировку):

- быстрота и простота приготовления (продолжительность варки колеблется от 3 до 20 минут):

- высокая питательная ценность (блюдо из 100 г сухих изделий, удовлетворяет суточную потребность человека на 10% в белках и углеводах).

В зависимости от формы макаронные изделия согласно ГОСТ 875-92 подразделяют на следующие типы изделий: трубчатые, нитеобразные (вермишель) лентообразные (лапша) и фигурные. Каждый из указанных типов подразделяется на подтипы и виды.

В зависимости от длины трубчатые и нитеобразные изделия подразделяются на короткорезанные и длинные. Длинную вермишель иностранного производства обычно называют спагетти.

Макаронные предприятия классифицируются по производительности и степени механизации.

По степени механизации макаронные предприятия подразделяются на следующие группы: автоматизированные; автоматизированные и комплексно-механизированные; комплексно-механизированные; предприятия с низким уровнем механизации.

Оборудование, смонтированное на макаронных предприятиях подразделяется на технологическое, транспортное, вспомогательное, весовое и пр.

Технологическое оборудование в соответствии с назначением классифицируют следующим образом:

- оборудование для хранения и подготовки сырья к производству;
- оборудование для замеса теста и формования макаронных изделий;
- оборудование для резки и раскладки макаронных изделий;
- оборудование для сушки макаронных изделий;
- оборудование для накопления и стабилизации макаронных изделий;
- оборудование для фасовки и упаковки.

К транспортному оборудованию относятся машины, перемещающие сырьё, полуфабрикаты и готовую продукцию (насосы, конвейеры, лифты, подъемники, тележки и т.п.).

К вспомогательному оборудованию относятся вентиляторы, компрессоры и т.д. К весовому и измерительному оборудованию относят – весы, объемные мерники и устройства, при помощи которых производят учет сырья, полуфабриката и готовой продукции [2].

Контрольные вопросы

1. Какие достоинства у макаронных изделий?
2. Как классифицируются макаронные предприятия по производительности и степени механизации?
3. Как классифицируется технологическое оборудование в соответствии с назначением?
4. Какие машины относятся к транспортному оборудованию?
5. Какие машины относятся к вспомогательному оборудованию?

3 ОБОРУДОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ МУКИ, ЗАМЕСА ТЕСТА И ФОРМОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Хлебопекарные и макаронные предприятия на складах на складах бестарного хранения муки используют идентичное оборудование.

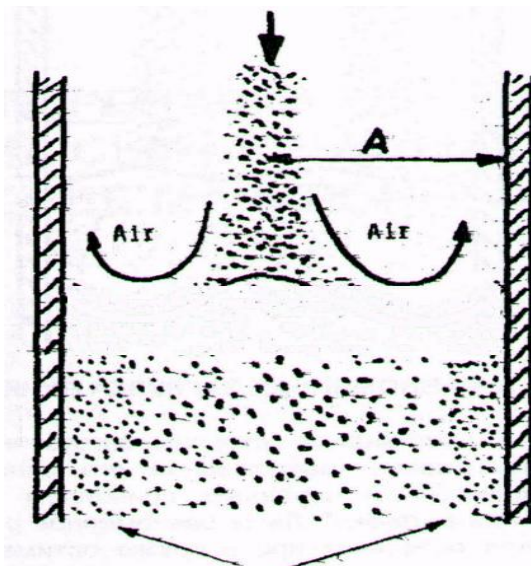
В макаронной промышленности используется мука из твердой и мягкой стекловидной пшенице в виде крупки и полукрупки. Макаaronная мука имеет крупитчатую структуру, а хлебопекарная – порошкообразную. Насыпная плотность макаронной муки $650 - 700 \text{ кг/м}^3$, хлебопекарная $550 - 600 \text{ кг/м}^3$.

Макаронная мука имеет большую текучесть, что предотвращает образование в емкостях сводов. Однако данная структура затрудняет аэрозольтранспортировку муки.

Например, продолжительность разгрузки автомуковоза с макаронной мукой в два раза больше чем с хлебопекарной. Вследствие чего на макаронных предприятиях используют для транспортировки муки трубы большего диаметра, чем на хлебозаводах.

При пневмотранспортировке макаронной муки необходимо обеспечить перемещение муки таким образом, чтобы не наблюдалось разделение продукта на крупные и мелкие частицы. На рисунке 2 показано, что подача муки при загрузке в бункер приводит также к разделению на мелкие и крупные частицы.

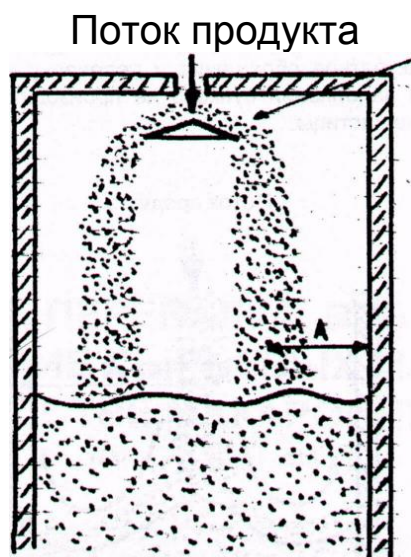
Поток продукта



Участки с повышенным содержанием мелких частиц

Рисунок 2 – Разделение при разгрузке

Установка распределительной пластины со стороны загрузочного отверстия бункера гарантирует оптимальное и равномерное его заполнение, показанное на рисунке 3.



Распределительная пластина

Рисунок 3 – Равномерная загрузка бункера

Макаронное тесто замешивается более крутым, чем хлебопекарное, и состоит в основном из муки и воды, разрыхлители отсутствуют. Термин «замес» для макаронного применяют условно, так как в тестосмесителе не получают вполне готового теста. Здесь происходит лишь предварительное смешивание ингредиентов до образования крошковидной массы, а окончательно тесто уже получается в шнековом канале формующей машины.

Существует три типа замеса теста: твердый, средний и мягкий влажностью (в процентах) соответственно 28 – 29%; 29,5 – 31%; 31,5 – 32,5%. Наиболее часто применяется мягкий замес. При этом тесто получается мелкомковатым, хорошо заполняющим шнек. После прессования из такого теста изделия хорошо сохраняют форму, не мнутся и не слипаются.

При мягком замесе тесто пластично, легко формируется, изделия имеют гладкую поверхность, но оно получается крупно комковатым, плохо заполняет прессующий шнек, медленнее высушиваются. Этот замес применяют в основном для изготовления очень гибких изделий (например, в моток, бантик, ласточкино гнездо и т.п.).

Твердый замес обеспечивает порошкообразное, малосвязанное труднообрабатываемое тесто. Применяется редко, в основном для штампования изделий сложной формы.

Приготовление макаронного теста осуществляется в два этапа. Первый – в тестосмесителях, в которых производится непрерывное смешивание компонентов до образования крошкообразной массы. На втором этапе крошкообразная масса под воздействием давления в шнековом канале пресса постепенно уплотняется и пластифицируется, приобретая структуру и свойства необходимые для последующего формования.

Для получения однородного по структуре и пластичного теста продолжительность замеса должна быть не менее 20 минут.

После замеса температура теста должна быть примерно 40⁰С. Такая температура обусловлена тем, что при традиционных режимах замеса и формования макаронного теста температура его перед матрицей должна быть не более 50⁰С, так как при прессовании в шнековой камере происходит разогрев теста в среднем на 10⁰С.

В зависимости от температуры воды, поступающей на замес макаронного теста, различают три типа замеса: горячий – при температуре воды 75-85⁰С; теплый при 50-65⁰С и холодный – при 20-25⁰С. нагрев макаронного теста увеличивает пластичность и текучесть, что в свою очередь приводит к росту производительности пресса.

Оптимальной температурой теста после замеса следует считать 60⁰С.

Одной из особенностей замеса макаронного теста является его механическая обработка с удалением воздушных включений в тестосмесителе (вакуумирование). Это позволяет получить более плотную структуру макаронного теста без воздушных включений, а также высушенные изделия повышенной прочности.

Кроме этого, это один из способов торможения реакции окисления кислородом воздуха пигментных веществ - группы каротиноидов, которые придают изделиям желто-кремовый цвет.

Замес теста и его формование происходит в шнековых макаронных прессах непрерывного действия. В современных прессах замес и формование представляют собой непрерывный цикл. Вначале мука и вода с различными добавками равномерно дозируются в соответствии с заранее заданном соотношении в тестосмеситель, где интенсивно перемешиваются до получения однородной мелкокомковатой массы.

Из смесителя тесто поступает в шнековую камеру, где под действием вращающегося шнека постепенно уплотняется и перемещается в предматричную камеру, из которой пластифицируемое под большим давлением формуется через специальные матрицы.

Целью формования является придание макаронному тесту формы, характерной для данного вида изделий. После матрицы тестовые нити соответствующей формы обдуваются воздухом и подаются на разделку.

Существующее оборудование позволяет формировать макаронные изделия двумя способами – прессование и штампование.

Типовой макаронный пресс состоит из следующих основных частей: корпуса или рамы, обычно в виде прямоугольника, на котором крепятся все узлы пресса; дозировочной аппаратуры, состоящей из дозаторов муки, воды или других жидких добавок; центробежного мукоувлажнителя (турбоспрей); тестосмесителей; прессующего устройства; головки с матрицей; вакуумной установки; гидро и электроустановки.

Современные макаронные прессы для длинных макаронных изделий оборудованы специальной установкой по переработке и транспортировке сырых отходов, образующихся в результате обрезки макаронных прядей.

На предприятиях Италии считается, что для нормального функционирования прессы и его отдельных частей специалист – технолог, обслуживающий пресс, должен знать назначение всех узлов прессы, их принципиальные возможности и способы регулирования. Что касается конструктивных особенностей каждой машины, которые постоянно совершенствуются и модернизируются, то эта часть предназначена для технического персонала в первую очередь, однако и технолог должен иметь о них определенную информацию.

В настоящее время макаронные прессы выпускаются различной производительностью, от 60 до 3000 кг/ч и выше. Прессы производительностью ниже 150 кг/ч предназначены для мини производств и научно-исследовательских работ.

Классификация макаронных прессов представлена на рисунке 4.

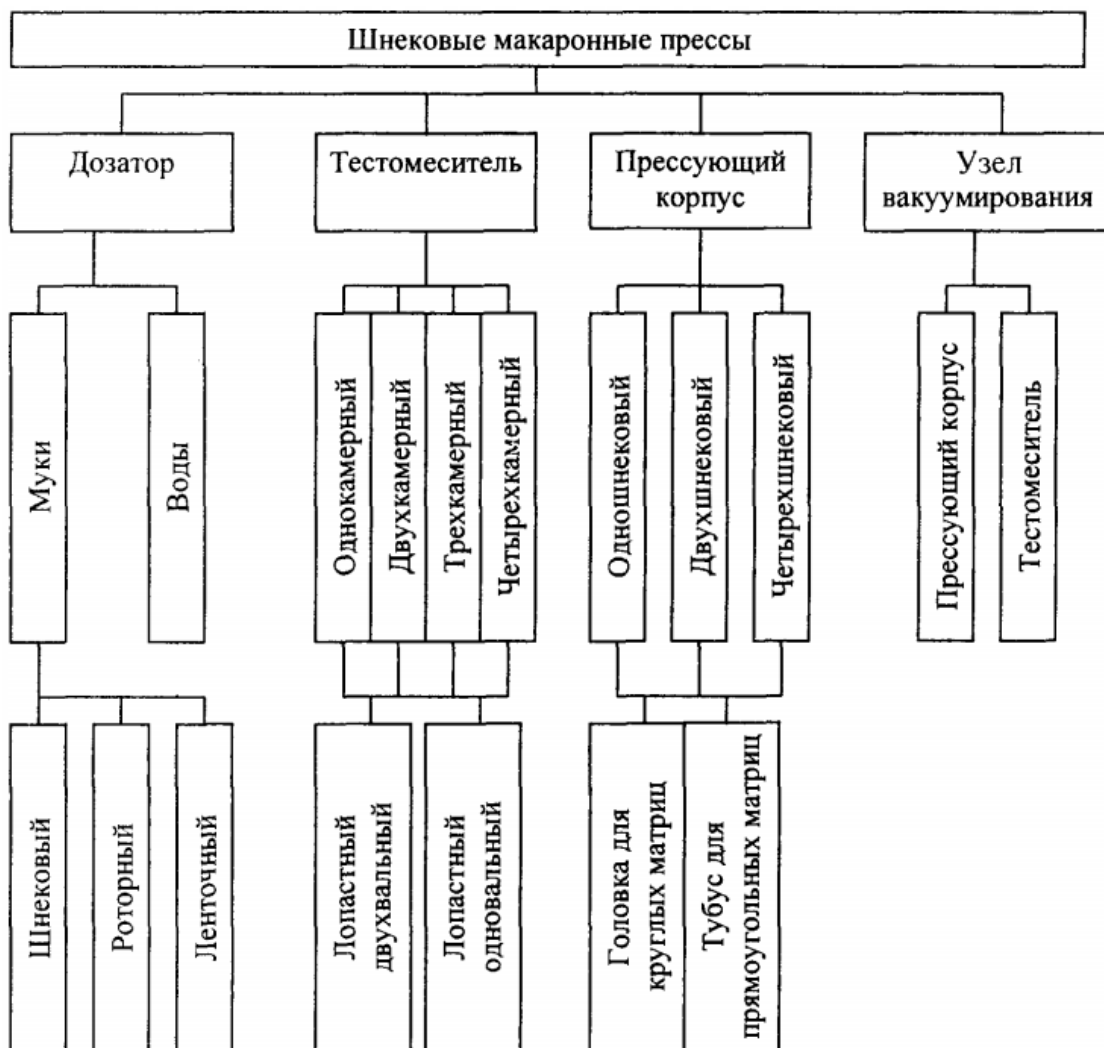


Рисунок 4 – Классификация макаронных прессов

Корпус пресса, как правило, представляет собой раму в форме прямоугольника, выполненную из профилированной стали, на которой смонтированы все узлы. В некоторых моделях (пресс фирмы «Паван») корпус выполнен в виде кронштейна. Основное конструктивное условие каркаса – рациональная подготовка для удобного обслуживания всех узлов пресса [3].

Контрольные вопросы

1. За счет чего достигается равномерное заполнение бункера?
2. Из каких основных частей состоит макаронный пресс?
3. Какие типы замеса существуют?
4. По каким признакам классифицируются макаронные прессы?
5. Какие цели и способы формования макаронных изделий?

4 ТЕСТОСМЕСИТЕЛИ

Современные тестосмесители предназначены для непрерывного смешивания муки, воды и различных добавок до образования однородной по структуре крошковидной тестовой массы. В зависимости от продолжительности смешивания компонентов, а также места вакуумирования тестосмесители могут иметь одну или несколько последовательно установленных камер. Смешивание и перемешивание крошкообразной тестовой массы в них обеспечиваются непрерывно вращающимся валом с закрепленными на нем в определенной последовательности лопатками и пальцами. В однокамерном тестосмесителе компоненты поступают с одной стороны, а замешенная крошкообразная масса выходит через отверстие с противоположной стороны. В многокамерных тестосмесителях замешенное тесто движется либо одним потоком последовательно из одной камеры в другую, либо двумя противоположно направленными потоками.

Принципиальные схемы тестосмесителей представлены на рисунке 5.

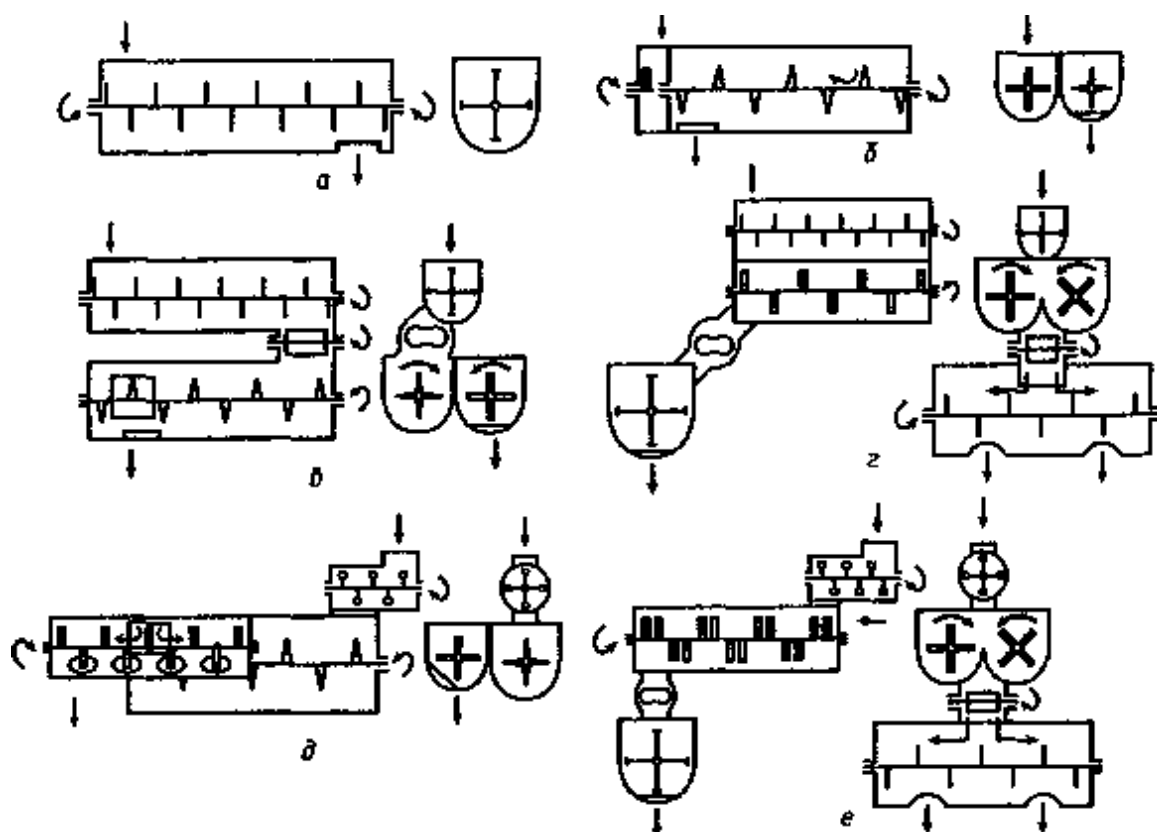


Рисунок 5 – Принципиальные схемы тестосмесителей:

а – однокамерные; б – двухкамерные; в...е – трехкамерные.

Однокамерные тестосмесители на рисунке 5 (а) наиболее распространены. Рабочим органом этих смесителей является горизонтальный вал с закрепленными на нем по винтовой линии лопатками, пальцами и толкателем. Изменяя угол поворота лопаток относительно оси вращения вала

и их мест расположения, можно увеличивать продолжительность замеса до 10 минут. Однокамерные тестосмесители имеют общий привод с прессующим шнеком привод.

Однокамерные тестосмесители, как правило, имеют частоту вращения месильного вала около 80 об/мин, обеспечивая, по данным М.Е. Чернова, удельную работу замеса 13-14 Дж/г. Основным недостатком этих смесителей является недостаточная продолжительность замеса. К этой группе можно отнести тестосмесители прессов ГМП и ЛПЛ.

Двухкамерные тестосмесители на рисунке 5 (б) представляют собой две параллельно установленные камеры с индивидуальными месильными валами. Тесто из первой камеры перемещается во вторую через прямоугольное отверстие, перекрывающееся задвижкой. Роль последней заключается в регулировании уровня количества теста в камерах. В конце второй камеры, в ее днище, имеется прямоугольное отверстие для подачи теста в шнековую камеру. Частота вращения месильных валов в камерах 90 об/мин, продолжительность замеса не более 14 мин. Такой тестосмеситель установлен в прессе ЛМБ для производства длинных макаронных изделий. Этот процесс не получил широкого распространения из-за ряда конструктивных недостатков, один из них – отсутствие вакуумирования теста в процессе замеса.

Трехкамерные тестосмесители на рисунке 5 (в), (г) отличаются высокой эффективностью благодаря увеличению продолжительности замеса до 20 мин и разделением его на две стадии. Вторая стадия замеса протекает с применением вакуума. Конструкция камер, их расположение, а также различная частота вращения месильных валов в сочетании с вакуумированием позволяют получить однородную по структуре крошковидную тестовую массу без воздушных включений.

В первом варианте (пресс Б6-ЛПШ-500) трехкамерного тестосмесителя на рисунке 5 (в) первая верхняя камера служит для предварительного смешивания муки и воды, вторая и третья – для обработки теста под вакуумом. Для этого между первой и двумя нижними камерами установлен шлюзовой затвор.

Второй вариант (пресс Б6-ЛПШ-1000) трехкамерного тестосмесителя на рисунке 5 (г) имеет вторую камеру с двумя месильными валами. Из нее тесто с помощью шлюзового затвора направляется в третью – для обработки теста под вакуумом, причем две камеры расположены параллельно, а третья – перпендикулярно им. Такое расположение последней камеры и соответствующие углы поворота месильных лопаток на валу обеспечивают равномерное распределение теста на два противоположно направленных потока (от центра к периферии) для подачи в два прессующих устройства.

Третий вариант (пресс «Кобра – 800Ч») трехкамерного тестосмесителя на рисунке 5 (д) обеспечивает интенсивное смешивание исходных

компонентов при высокой частоте вращения вала с лопатками в первой камере. Длительность этой операции около 5 с.

Сложное движение месильных валов, которые кроме осевого движения с частотой 60 об/мин осуществляют возвратно-поступательное движение с частотой 12 мин⁻¹ и амплитудой 60 мм, обеспечивает лучшую проработку теста и непрерывную очистку лопатками внутренней поверхности камер от налипающего теста. Вакуумная обработка теста проводится в последней камере.

Четвертый вариант (пресс ВВК 140/4) трехкамерного смесителя на рисунке 5 (е) также имеет предварительную камеру для центробежного увлажнения муки. После интенсивного смешивания компонентов тесто направляется в промежуточную камеру, из которой через окно прямоугольной формы направляется в последнюю месильную камеру, имеющую в нижней части четыре отверстия для подачи теста в прессующие устройства. Вакуумирование теста в данном тестосмесителе начинается с момента интенсивного смешивания компонентов.

Конструкция тестосмесителя

Основными частями тестосмесителя являются: камера, вал с лопастями, мотор редуктор, крышка, дополнительные принадлежности (осветительные лампы, датчики и т.д). Каждый узел выполняет определенную функцию.

Однокамерный смеситель показан на рисунке 6.

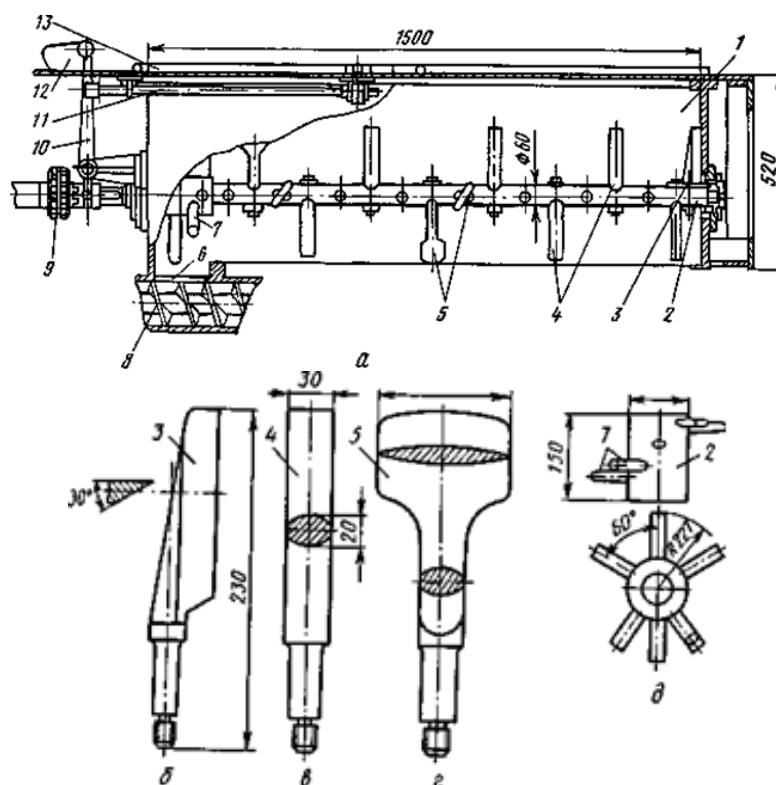


Рисунок 6 – Тестосмеситель однокамерный:

а - продольный разрез; б - нож; в - палец; д - толкатель.

Он имеет рабочую емкость 1 из нержавеющей стали, внутри которой по длине смонтирован месильный вал 2, на нем укреплены нож 3 для очистки торцевой стенки камеры от налипающего теста, одиннадцать пальцев 4 и пять лопаток 5 для обеспечения необходимой проработки и перемещения теста к отверстию 6, толкатель 7 для равномерного поступления теста в прессующий шнек 8.

Вал тестосмесителя соединяется с валом редуктора привода кулачковой муфтой 9 с блокировкой. В состав этого устройства входят полумуфта, рычаг 10 со штангой 11 и фиксатор 12. звездочки муфты и полумуфты соединены двухрядной цепью.

Такая конструкция обеспечивает передачу вращения от вала редуктора привода к валу тестосмесителя и при необходимости его включение или выключение вручную.

Тестосмеситель закрывается решетчатой крышкой 13, сблокированной с кулачковой муфтой. Открыть крышку можно только после отключения электродвигателя привода или разъединения муфты, т.е. после останова вала. На рисунке 6 показаны рабочие элементы – нож 3, палец 4, лопатка 5 и толкатель 7, которые крепятся на валу тестосмесителя.

Замес теста в тестосмесителе осуществляется непрерывно, при этом важным условием является равномерная подача компонентов. Как правило, масса теста в корыте занимает около 2/3 его объема и постепенно уменьшается в сторону разгрузочного отверстия.

Такое движение теста обеспечивается формой и расположением месильных лопаток относительно вала. Изменение скорости продвижения теста осуществляется поворотом лопаток на определенный угол относительно оси вала.

В случае нарушения уровня теста в камере (излишняя подача или замедленное продвижение) датчик уровня останавливает дозатор и включает его только после установки необходимого уровня. Вакуумная обработка теста осуществляется в переходном канале прессующего пресса.

При эксплуатации тестосмесителя необходимо проводить его профилактическую очистку, но запрещается использовать абразивные материалы.

Не рекомендуется мыть (увлажнять) валы и стенки камеры водой, так как возможно возникновение тестовой корки на поверхности узлов. При необходимости целесообразно использовать растительное масло.

Трехкамерный тестосмеситель для пресса с круглой матрицей представлен на рисунке 7. Смеситель работает в следующей последовательности. Компоненты дозатором подаются в первую камеру, где в течение 5 минут происходит их предварительное смешивание. Затем с помощью шлюзового затвора тесто последовательно направляется во вторую и третью камеры, соединенные между собой перегрузочным окном. Крышки обеих вакуумных камер выполнены из прозрачного органического стекла.

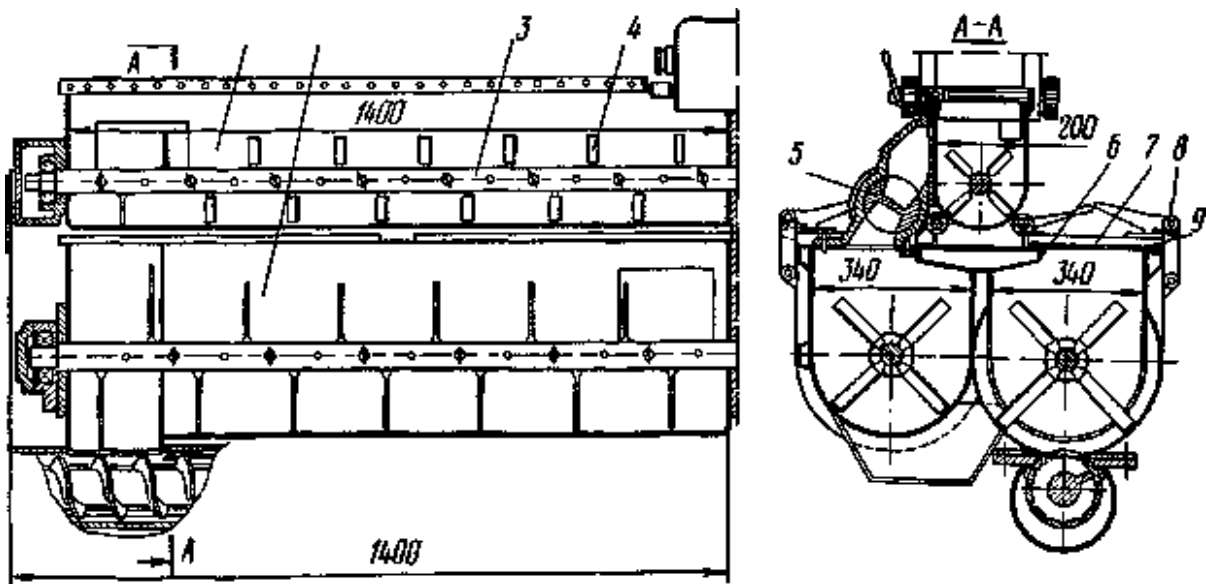


Рисунок 7 – Трехкамерный смеситель:

1 – верхняя камера; 2 – нижняя камера; 3 – месительный вал; 4 – лопатки; 5 – питатель; 6 – поперечные связи; 7 – крышка; 8 – эксцентрикные зажимы; 9 – резиновая прокладка.

Он имеет верхнюю камеру 1, расположенную над двумя параллельно установленными нижними камерами 2. первая камера имеет торцевые стенки и обечайку желобчатой формы из листовой нержавеющей стали с полированной поверхностью, контактирующей с полуфабрикатом. Месильный вал 3 с лопатками 4 установлен в подшипниках. В конце первого корыта тестосмесителя, в месте перехода теста во вторую камеру, установлен питатель 5 роторного типа.

Вакуумная приемная камера отличается наличием на обечайке продольных ребер жесткости, предохраняющих ее от смятия под действием избыточного атмосферного давления. В верхней части камера снабжена дополнительными поперечными связями 6, которые являются опорными для крышки 7. Надежность уплотнения повышается в результате прижатия крышки к резиновой прокладке 9, установленной по периметру камеры. Кроме этого, для уплотнения крышки установлены эксцентрикные зажимы 8 [4].

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют тестосмесители по конструктивным особенностям?
2. Какие основные части тестосмесителя?
3. Как тесто подается в нагнетательный шнек в трехкамерном тестосмесителе?
4. Как можно регулировать время замеса?
5. Какие особенности конструкции вакуумной камеры?

5 ПРЕССУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА ВАКУУМИРОВАНИЯ

В макаронном прессе непрерывного действия прессующее устройство выполняет две функции:

- технологическую – пластификация теста, непрерывно поступающего из тестосмесителя;
- механическую – нагнетание теста в головку, из которой оно формируется через матрицу, принимая заданную форму.

Рабочее давление формования в головке составляет от 9,8 до 13,0 МПа и может варьировать в зависимости от размеров частиц муки и вида изделий.

Прессующее устройство состоит из цилиндра, который связан с тестосмесителем через отверстие. Внутри цилиндра расположен прессующий шнек. Подача теста в аксиальном направлении обеспечивается с помощью специальных канавок на внутренней поверхности цилиндра. С противоположной стороны к цилиндру крепится головка. Прессы повышенной производительности снабжены двумя прессующими устройствами.

Головка пресса и матрицы

Прессующее устройство нагнетает тесто в головку, из которой оно направляется к матрице. Конструкция головки должна обеспечивать равномерное распределение теста по всей площади матрицы и исключать все возможные сопротивления его продвижению.

Головка пресса снабжается термостатирующим устройством для ее обогрева, используемого при пуске пресса. В рабочем состоянии температура воды, поступающей в головку и выходящей из нее должна быть постоянной.

Каждая головка снабжается механизмом для съема матриц, которые передвигаются по специальным направляющим. Крепление матрицы к головке осуществляется с помощью специального устройства, состоящего из каркаса, кронштейна и винтов. Давление теста в головке измеряется с помощью манометра.

Матрицы являются одним из важнейших элементов макаронного пресса. Они предназначены для получения изделий необходимой формы. В настоящее время производится около четырехсот различных видов макаронных изделий.

С помощью матриц возможно проводить формовку следующих типов изделий:

- нитеобразные сплошные (вермишель);
- трубчатые (с наружным диаметром 2,35 – 26 мм);
- овальные;
- лентообразные различных размеров (лапша);
- сложной и простой пространственной формы).

Вакуумная установка фирмы «Паван»

На рисунке 8 представлена схема вакуумной установки фирмы «Паван». Система вакуумирования состоит из насоса, фильтра и трубопроводов с контрольной аппаратурой.

Разряжение в системе создается всасыванием и удалением паровоздушной смеси из тестовой массы.

Управление системой вакуумирования можно осуществлять вручную с помощью поворотного рычага. При положении рычага «закрыто» приводится в действие вал тестосмесителя, система предварительного смешивания компонентов и одновременно включается система вакуумирования.

При положении рычага «открыто» останавливаются все перечисленные агрегаты и при необходимости можно открыть крышку тестосмесителя.

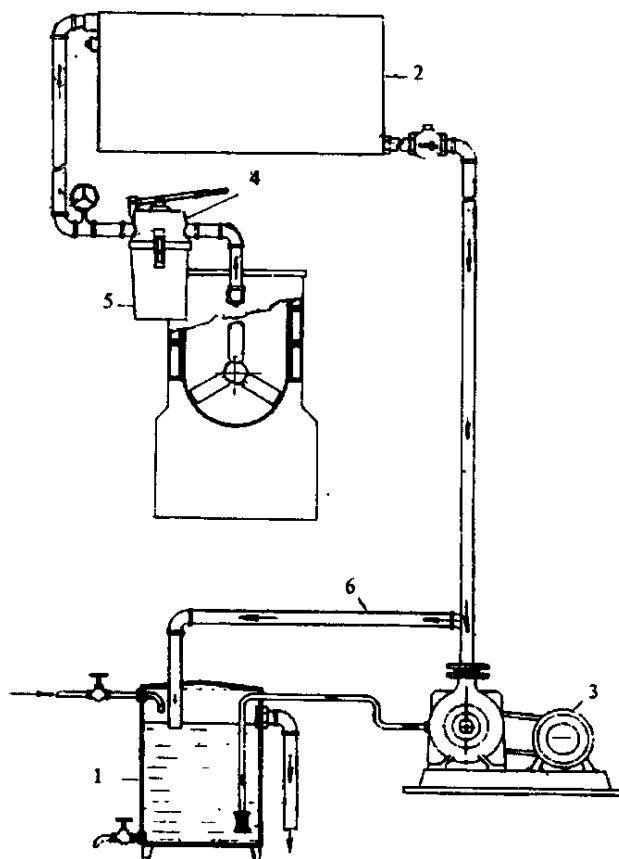


Рисунок 8 – Схема вакуумной установки фирмы «Паван»:

- 1 – резервуар для воды; 2 – устройство для обеспечения разряжения воздуха в системе;
- 3 – насос с системой материалопроводов; 4 – обратный клапан;
- 5 – фильтр; 6 – материалопровод возврата воды в резервуар.

Кроме того, в системе предусмотрен клапан, который в контакте с микропереключателем останавливает работу тестосмесителя и центробежного мукоувлажнителя в случае отсутствия в системе необходимой степени разряжения.

Для эффективной работы системы вакуумирования необходимо использовать холодную воду с постоянной температурой (14-15⁰С) [5].

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет прессующее устройство в макаронном прессе?
2. Чем оснащают головку пресса для поддержания постоянной рабочей температуры?
3. За счет чего в вакуумной установке фирмы «Паван» создается вакуум?
4. Как осуществляется управление системой вакуумирования?
5. Что произойдет в случае отсутствия в системе необходимой степени разряжения?

6 КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВЫХ ПРЕССОВ

Макаронный пресс Б6-ЛПШ-500

Схема пресса Б6-ЛПШ-500 представлена на рисунке 9.

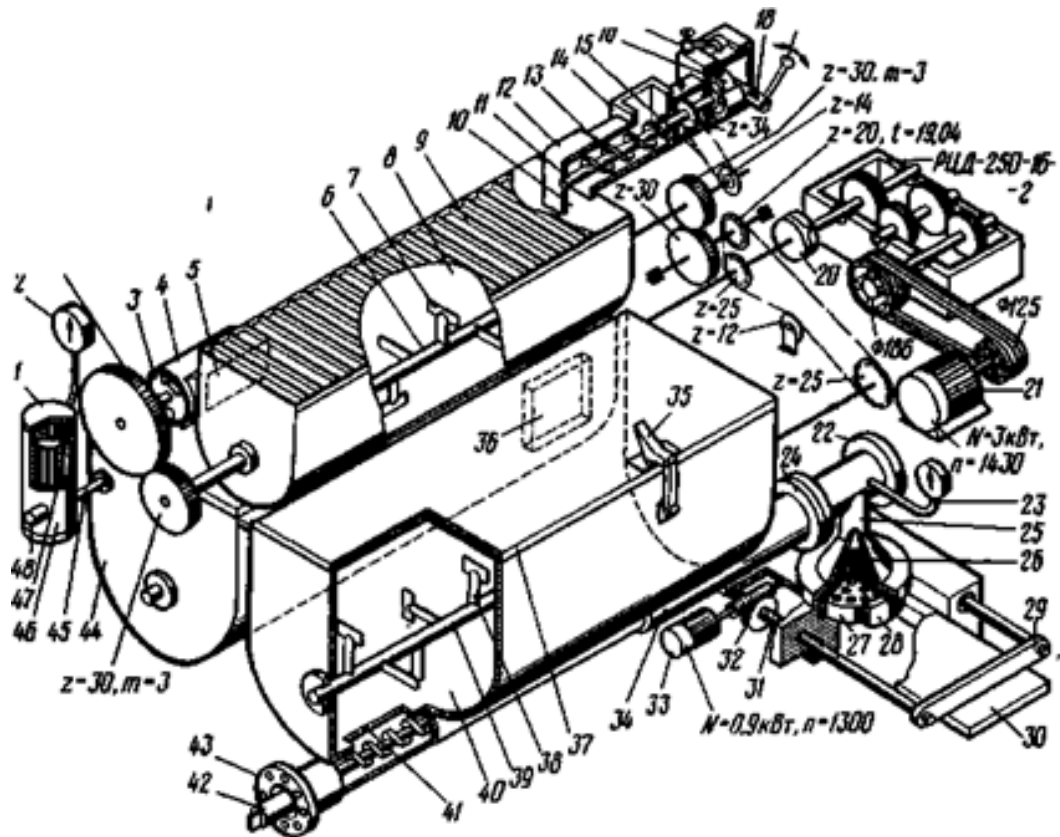


Рисунок 9 – Схема макаронного пресса Б6-ЛПШ-500:

- 1 – фильтр; 2 – вакуумметр; 3 – роторный питатель; 4 – вакуумный затвор; 5 – окно;
6, 39 – валы месильные; 7, 38 – месильные лопатки; 40, 44 – месильные камеры;
9 – крышка; 10 – отверстие в корпусе дозатора; 11 – полый вал; 12 – корпус дозатора; 13, 42 – шнеки;
14 – приемный патрубок; 15 – цепная передача; 16 – крыльчатка;
17 – вентиль; 18 – прорезь; 19 – рукоятка; 20 – муфта кулачковая;
21, 33 – электродвигатели; 22 – пробка; 23 – манометр; 24, 43 – фланцы;
25 – прессующая головка; 26 – сетка предохранительная; 27 – матрица; 28 – кольцо;
29 – траверса; 30 – направляющая; 31 – винт; 32 – червячный редуктор;
34 – охлаждающая рубашка; 35 – зажимы; 36, 41 – окна; 37 – крышка из оргстекла;
25, 48 – патрубки; 46 – корпус фильтра; 47 – фильтрующая поверхность.

Макаронный пресс Б6-ЛПШ-500 состоит из следующих основных узлов: дозирующего устройства, трехкамерного тестосмесителя с приводом, прессующего корпуса с приводом, прессующей головки для круглой матрицы, механизма смены матриц, обдувочного устройства, смонтированных на металлической станине, установленной на четырех опорах.

Шнековый дозатор муки имеет корпус 12, внутри которого размещен один конец полого вала 11 длиной 430 мм и диаметром 60 мм. По наружной поверхности полого вала установлен однозаходный шнек 13 диаметром 158 мм с шагом 70 мм. Дозатор муки в его верхней части имеет приемный

патрубок 14 для загрузки муки, на противоположном конце – отверстие 10 для входа муки.

Роторный дозатор установлен с противоположной стороны полой трубы. На корпусе дозатора размещены два вентиля 17 для подачи холодной и горячей воды и крыльчатка 16 специального профиля, подающая при вращении воду в пазы полого вала.

Регулирование количества поступающей воды в тестосмеситель осуществляется изменением ее уровня в емкости дозатора поворотом рукоятки 19, соединенной с валом, имеющим прорезь 18, и изменением частоты вращения полого вала храповым механизмом, конструкция которого аналогична в прессах ЛПЛ. Дозатор приводится в действие с помощью цепной передачи 15 от вала верхнего корыта тестосмесителя; частота вращения шнека дозатора муки и роторного дозатора воды регулируется в пределах 0 – 23 об/мин.

Тестосмеситель пресса трехкамерный. Габаритные размеры камер: первой 1400x206x293 мм, второй и третьей 1400x328x424 мм. Первая месильная камера 8 расположена над второй 44 и третьей 40 и закрыта сверху решетчатой крышкой 9 с блокировкой.

В этой камере замешивается тесто с помощью месильных лопаток 7, установленных на месильном валу 6. через окно 5 в боковой стенке камеры тесто направляется в вакуумный затвор 4, который обеспечивает необходимое остаточное давление воздуха при передаче теста во вторую и третью месильные камеры.

Вакуумный затвор имеет роторный питатель 3 с двумя карманами объемом по 750 см³. привод ротора осуществляется от вала первого тестосмесителя через зубчатую передачу. Частота вращения вала ротора 22 об/мин.

Вторая и третья камеры тестосмесителя соединены между собой перегрузочным окном 36. Внутри камер так же, как и в первой, расположены месильные валы 39 с установленными на них в определенной последовательности пальцами и лопатками 38.

Крышки 37 обеих камер выполнены из прозрачного органического стекла. Для уплотнения крышек вакуумных тестосмесителей установлены эксцентриковые зажимы 35. крышки сблокированы с приводом.

Привод всех трех валов тестосмесителя осуществляется от электродвигателя 21 через клиноременную передачу, редуктор и систему цепных передач. Частота вращения вала первой камеры – 75 об/мин; валов второй и третьей камер – 60 об/мин. Отключение привода от месильных валов осуществляется с помощью кулачковой муфты 20.

Паровоздушная смесь, образующаяся при замесе теста во второй 44 и третьей 40 камерах, через специальный фильтр 1 откачивается водокольцевым вакуум-насосом ВВН-1,5. Фильтр установлен в торцевой стенке камеры 44 у

входного окна и состоит из корпуса 46 цилиндрической формы и двух фильтрующих поверхностей 47, размещенных внутри корпуса.

Одна поверхность выполнена из гофрированной металлической сетки, другая – из ткани. На корпусе фильтра имеется патрубок 45 с фланцем для присоединения фильтра к корпусу корыта, другой патрубок для установки вакуумметра 2 и патрубок 48 для присоединения трубопровода к вакуумному насосу.

Прессующий корпус выполнен цельным из трубы Ст. 20 длиной 1989 мм и диаметром 166 мм, на концах которой установлено два фланца 24 и 43 крепления прессующей головки и редуктора прессующего шнека. В зоне наибольшего давления, ближе к головке, прессующий корпус имеет охлаждающую рубашку 34, выполненную в виде цилиндра диаметром 230 мм.

В противоположной части прессующего корпуса имеется окно 41 размером 210x100 мм для поступления теста из третьей камеры тестосмесителя. Внутри корпуса установлен однозаходный прессующий шнек 42.

Прессующая головка 25 куполообразной формы для одной круглой матрицы диаметром 350 мм. Головка одним концом крепится к фланцу 24 прессующего корпуса, другой закрыт пробкой 22. К цилиндрической части головки присоединен манометр 23. Головка снабжена механизмом смены матриц, механизмом резки и обдувочным устройством.

Механизм смены матриц состоит из горизонтальной направляющей 30 для установки и приема матриц, электродвигателя 33, червячного редуктора 32 и двух тяговых винтов 31, соединенных с траверсой 29. величина хода траверсы и центровки устанавливаемой матрицы регулируется двумя конечными выключателями [6].

Порядок смены матриц:

1. устанавливают стальное кольцо 28 с резиновым уплотнением в корпус механизма;

2. устанавливают матрицу 27 в обойму и сверху накладывают на нее предохранительную сетку 26;

3. включением реверсивного электродвигателя 33 механизма отводят траверсу 29 от корпуса в крайнее правое положение;

4. устанавливают обойму с матрицей на стол для подачи матриц и включают обратное вращение вала электродвигателя, при движении траверсы обойма с матрицей занимает рабочее положение. Обдувочное устройство аналогично конструкции пресса ЛПЛ.

Прессующая головка снабжена устройством для ее обогрева в момент пуска пресса. В корпусе головки установлен предохранитель, срабатывающий при достижении давления 15 МПа.

Пресс ВВР-140/4

Шнековый макаронный пресс ВВР-140/4, входящий в состав автоматизированной поточной линии фирмы «Бассано» показан на рисунке 10.

Он состоит из следующих основных узлов: дозатора муки и воды 1, центробежного мукоувлажнителя 2, двух корыт 3 и 4 тестосмесителя, четырех прессующих устройств 5 с тубусами 10. Производительность пресса до 2000 кг/ч.

Дозатор муки и воды представляет собой две отдельные емкости цилиндрической формы, установленные на центробежном мукоувлажнителе. Внутри каждой емкости вращается турбина с четырьмя карманами. Вращение турбины дозатора муки осуществляется от электродвигателя через вариатор.

Максимальная частота вращения турбины 22 об/мин, за каждый оборот она может подать до 1,8 кг муки. Вращение турбины для подачи воды осуществляется от другого электродвигателя, частота вращения которого регулируется храповым механизмом от того же вариатора, что и для муки. Это позволяет варьировать пропорцию подачи воды по отношению к муке и сохранять это соотношение при равномерном поступлении муки. Максимальная производительность подачи воды дозатором 600 л/ч.

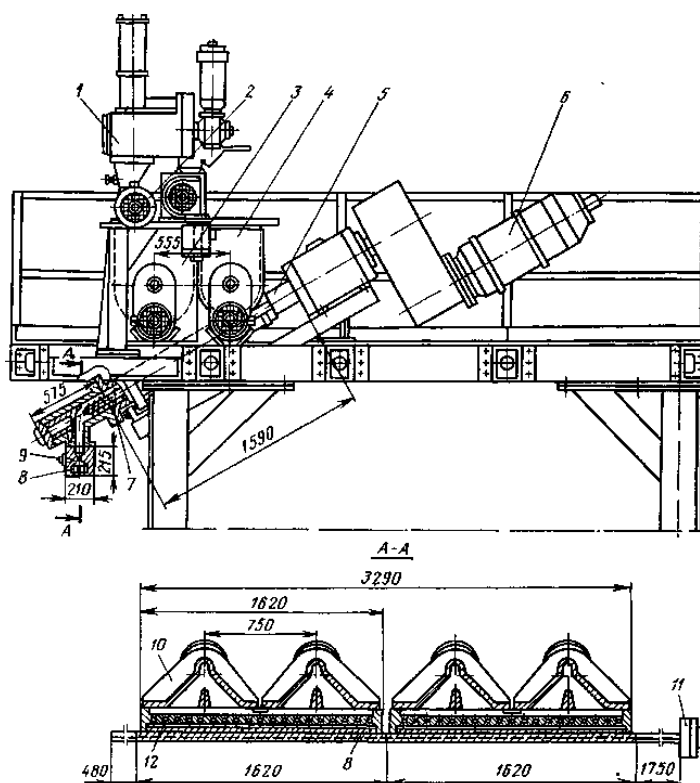


Рисунок 10 – Макаронный пресс ВВР-140/4:

- 1 – дозатор; 2 – мукоувлажнитель; 3 – корыта; 4 – тестосмеситель;
5 – прессующие устройства; 6 – электродвигатель; 7 – прессующий шнек; 8 – матрицы;
9 – винты; 10 – тубус; 11 – гидравлический домкрат; 12 – распределительные каналы.

Для исключения прилипания муки дозатор изготовлен из хромированной стали и имеет внутри полированную поверхность,

армированную тефлоном. Водяная турбина изготовлена из нержавеющей стали и армирована тефлоном для предотвращения осаждения на ее поверхности накипи.

Вакуумный центробежный мукоувлажнитель установлен между дозатором и первым корытом тестосмесителя. В нем за короткое время достигается равномерное увлажнение муки. Центробежный мукоувлажнитель состоит из стальной трубы внутренним диаметром 233 мм, в которой расположен вал диаметром 100 мм. На валу под углом 45° к плоскости, перпендикулярной оси вала, через каждые 40 мм установлены 26 штампованных лопаток. Для очистки торцевых стенок мукоувлажнителя от налипшего теста на концах вала установлены ножи. Вал изготовлен из нержавеющей стали, а лопатки – из твердой хромистой стали. Вращение вала с частотой 940 об/мин осуществляется от индивидуального электродвигателя.

Из центробежного мукоувлажнителя тесто поступает в первое корыто тестосмесителя, которое работает под разрежением и предназначено для однородного перемешивания муки и воды, и предотвращения образования крупных комков теста. Внутри корыта вращается вал диаметром 100 мм, на котором закреплены штампованные месильные лопасти из нержавеющей стали, армированные тефлоном. Вращение вала с частотой 50 об/мин осуществляется от индивидуального электродвигателя через редуктор. В верхней части корыто закрыто двумя крышками из плексигласа толщиной 40 мм, которые снабжены резиновыми прокладками для поддержания необходимого разрежения. Крышки имеют микроконтактные блокировки безопасности: при открывании крышки контакт размыкается и электродвигатель отключается. В торцевой части корыта, где находится вал, установлены пластмассовые кольца, обеспечивающие необходимую герметизацию емкости.

Из первого корыта тесто через окно, расположенное в конце корыта сбоку, переходит во второе корыто. Здесь происходят окончательный замес и распределение теста по шнековым каналам. Конструктивно второе корыто аналогично первому, только несколько длиннее. К этому корыту присоединен вакуумный насос, создающий во всей тестосмесительной системе разрежение.

Прессующее устройство 5 состоит из цилиндрической шнековой камеры с водяной рубашкой и прессующего шнека 7. Шнековые камеры расположены под углом 30° . Они изготовлены из нержавеющей стали и имеют на внутренней поверхности продольные канавки. Прессующие шнеки диаметром 140 мм с шагом витка 80 мм изготовлены из хромированной стали и сверху покрыты слоем тефлона. На концах шнеков установлены трехзаходные насадки. Вращение шнеков осуществляется от индивидуальных электродвигателей 6 через редукторы с передаточным отношением 1:56 и вариаторы. Частоту вращения шнеков можно плавно изменять в пределах от 12 до 40 об/мин.

Из четырех шнековых цилиндров тесто поступает в тубус 10, конструкция которого обеспечивает распределение теста на две матрицы 8 длиной по 1620 мм и сечением 100х60 мм, установленных встык. Регулирование давления теста, поступающего в камеру тубуса по всей его длине, осуществляют винтами 9, установленными в распределительных каналах 12 перед матрицей, что позволяет несколько выравнять скорость прессования по длине матрицы. Давление теста при прессовании достигает 12 МПа, а в момент пуска пресса — 14 МПа. Если давление теста превышает максимально допустимое, то с помощью электромагнитного манометра двигателя прессующих шнеков автоматически отключаются.

Установка и замена матриц осуществляются с помощью гидравлического домкрата 11, который перемещает матрицы по двум направляющим тубуса.

Выпрессованная из двух матриц макаронная прядь шириной 3000 мм обдувается воздухом от двух вентиляторов, которые нагнетают воздух в две трубы с отверстиями, расположенными по обе стороны матрицы [7].

Контрольные вопросы

1. Из каких основных узлов состоит макаронный пресс Б6-ЛПШ-500?
2. Какой порядок смены матриц макаронного пресса Б6-ЛПШ-500?
3. Как можно регулировать подачу муки и воды в прессе ВВР-140/4?
4. Охарактеризуйте процесс замеса макаронного теста в прессе ВВР-140/4.
5. Какой принцип работы макаронного пресса Б6-ЛПШ-500 и ВВР-140/4?

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРЕССОВ

Техническое обслуживание шнековых макаронных прессов включает следующий перечень эксплуатационных мероприятий: подготовка пресса к работе, пуск и выход на рабочий режим, правила эксплуатации и безопасный режим работы.

Мероприятия по подготовке пресса к работе:

1. проверить наличие смазки во всех трущихся частях;
2. редукторы главного привода, дозатора и тестосмесителей залить до необходимого уровня маслом марки индустриальное 30;
3. провести шприцевание штуцеров, смазать посадочные поверхности предохранителей и остальных узлов пресса маслом марки солидол УС-2 (Л);
4. проверить состояние механизмов управления маслопроводов и смазочных устройств, ограждений и контрольно-измерительных приборов;
5. проверить действие и надежность механизмов блокировки крышек тестосмесителей;
6. прекратить подачу воды на охлаждение прессующих устройств;
7. установить на место прессующие шнеки, предварительно смазав их растительным маслом.

Пуск пресса и выход на рабочий режим:

1. закрыть задвижку выходного отверстия тестосмесителя;
2. включить подачу теплой воды в рубашки шнековых камер;
3. включить привод корыт и дозатора и настроить подачу муки и воды по заданной технологии, установить необходимую температуру воды;
4. наполнить тестом камеры до уровня валов, включить привод прессующих шнеков;
5. включить привод вакуум-насоса и открыть задвижку;
6. проверить влажность теста, выходящего из прессовых головок или коллектора тубуса, и при необходимости провести дополнительную регулировку дозатора. Запрещается работать при влажности теста ниже 29%;
7. установить в прессующие головки матрицы (тубус), смазав их растительным маслом;
8. включить приводы обдувочных устройств и режущих механизмов;
9. после 20-30 мин работы пресса в рубашку прессующего корпуса подать водопроводную воду.

Нормальный рабочий режим пресса обеспечивается при давлении формования 5,5-7 МПа для прессов ЛПЛ-2М, для прессов Б6-ЛПШ — 9-12 МПа при остаточном давлении в вакуумных устройствах 20 кПа и температуре охлаждающей воды на выходе из рубашек 25-35°С.

Правила эксплуатации шнековых макаронных прессов:

- следить за нормальным режимом работы пресса и при отклонении параметров от установленных норм определить причину и немедленно устранить ее;
- особое внимание следует уделять давлению формования: если оно достигнет верхнего допустимого предела, необходимо остановить пресс и

выяснить причину (чаще всего это наблюдается при работе с тестом низкой влажности или холодным тестом, а также при засорении каналов матриц);

- при понижении остаточного давления в вакуумной камере (вакуумном корыте) до 30 кПа сменить фильтр;

- во время эксплуатации пресса ведут постоянное наблюдение за работой дозатора, температурой воды, поступающей на замес, постоянным уровнем теста в камерах тестосмесителя, за влажностью и структурой теста. Если тесто плохо перемешивается, имеет крупнокомковатую структуру, необходимо при остановленном прессе изменить угол поворота лопаток;

- кратковременные остановки пресса не должны превышать 30 мин.

При длительных остановках пресса (на время свыше 30 мин и до 1 сут) необходимо:

1. установить в нулевое положение ручку храпового вариатора дозатора муки и воды;

2. выработать и тщательно удалить остатки теста из камер и переходных отверстий, смазать внутренние поверхности камер растительным маслом (очистку и смазку проводить только после отключения питания пресса!);

3. снять матрицы, сетки, решетки и уплотнения, очистить их снаружи от теста и направить на мойку;

4. выбрать тесто из внутренней полости прессовых головок или коллекторов тубусов, а видимую оставшуюся поверхность теста смазать растительным маслом.

При остановках пресса на время свыше суток необходимо дополнительно снять фланцы с прессовых головок или тубусов, извлечь прессующие шнеки, тщательно очистить от теста все поверхности, соприкасающиеся с ним, и смазать растительным маслом.

Основные правила безопасной работы шнековых прессов заключаются в следующем:

- ежедневно проверять исправность механизмов блокировки открывания крышек камер;

- не производить при работе пресса какой бы то ни было ремонт, смазку или очистку движущихся механизмов, не снимать ограждения и детали, не касаться движущихся частей;

- пресс должен быть надежно заземлен, все пусковые электроприборы и проводка должны находиться в исправном состоянии;

- производить осмотр и ремонт электродвигателей, пусковой аппаратуры и электропроводки только при выключенном питании;

- все защитные ограждения и кожухи пресса всегда должны быть на своих местах и в исправном состоянии. В процессе эксплуатации пресса необходимо проводить текущий ремонт не реже одного раза в 6 месяцев, капитальный ремонт один раз в 3 года и постоянно, согласно установленному графику, проводить межремонтный осмотр пресса [8].

Контрольные вопросы

1. Какие операции выполняют при подготовке макаронного пресса к работе?
2. Как осуществляют пуск пресса и выход на рабочий режим и При каком давлении обеспечивается нормальный рабочий режим?
3. Какие правила необходимо соблюдать при эксплуатации шнековых макаронных прессов?
4. Какие действия необходимо выполнить при остановках пресса на время свыше 30 мин и до 1 сут?
5. Какие основные правила безопасной работы шнековых прессов?

8 МАТРИЦЫ КАК ОСНОВНОЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ПРЕССА

Матрица является основным рабочим органом макаронного пресса и представляет собой металлический диск или прямоугольную пластину со сквозными отверстиями.

Матрицы изготавливают из антикоррозийных прочных материалов, таких, как латунь ЛС 59-1 (ГОСТ 15527-70), твердая фосфористая бронза БрАЖ9-4л и нержавеющая сталь 1Х18Н9Т (ГОСТ 5949-75). При отсутствии нержавеющей стали ее заменяют менее дефицитной хромистой сталью марок 2Х13 и 3Х13 (ГОСТ 5949-75). Высота матриц должна отвечать условиям прочности, так как матрицы испытывают высокое давление по всей площади – 700 – 900 Н на см², а в момент запуска до 1400 Н на см².

Матрицы могут быть круглыми и прямоугольными.

Круглые матрицы изготавливают трех типоразмеров по высоте: 22, 28 и 60 мм. На рисунке 11 показаны их варианты.

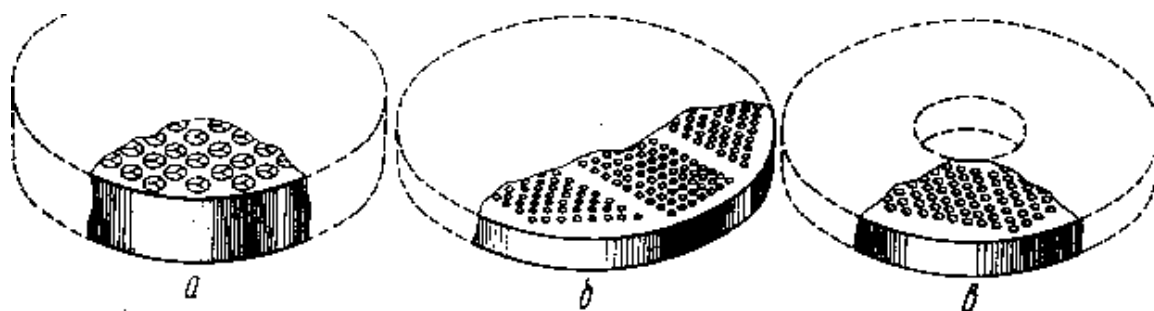


Рисунок 11 – Виды круглых матриц:

а – бесколосниковая; б, в – колосниковые.

Диаметр матриц для прессов ЛПЛ составляет 298 мм, для прессов ББ-ЛПШ – 350 мм; для импортных прессов – 400 и 450 мм. Матрицы толщиной 22 и 28 мм используются с опорными колосниками (рисунок 16 б и в).

В промышленности применяются колосники двух типов – подкладные и накладные. Они изображены на рисунке 12.

Подкладной колосник на рисунке 12 (а) состоит из обечайки 1 и приваренными к ней стальными ребрами 2. колосники могут быть двух- или четырехреберными. Колосник устанавливают на кольцевую опору матрицедержателя, на который укладывают матрицу.

Матрицы с подкладными колосниками позволяют формировать изделия, которые режутся в подвешенном состоянии – макароны, перья, вермишель, лапшу.

Накладной колосник на рисунке 12 (б) состоит из стального ребра 1, вставленного в прорезь болта 2. болт вставляют в отверстие матрицы 4 и прикрепляют снизу гайкой 3. в этом случае матрицу устанавливают на кольцевую опору матрицедержателя пресса (как и бесколосниковую). Матрицы с накладным колосником позволяют формировать все виды макаронных изделий.

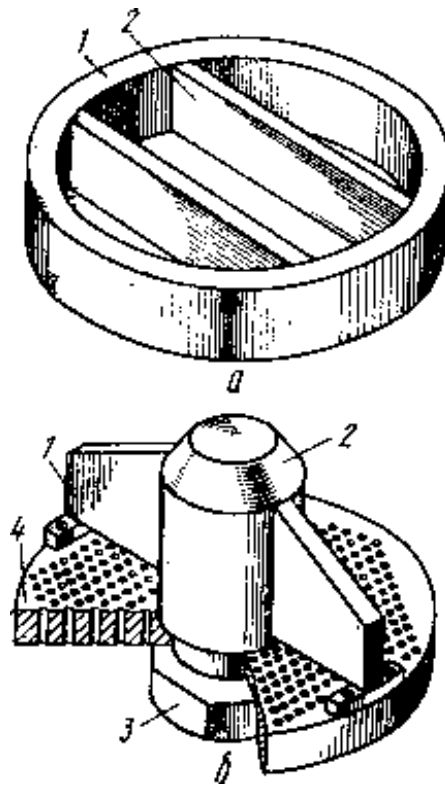


Рисунок 12 – Колосники для круглых матриц:
а – подкладной; б – накладной;
1 – обечайка; 2 – стальные ребра; 3 – гайка; 4 – отверстие матрицы.

Прямоугольные матрицы, показанные на рисунке 13, бывают однополосными и двухполосными.

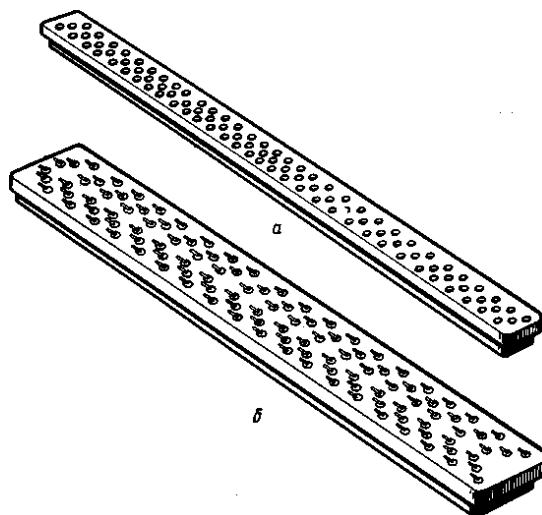


Рисунок 13 – Прямоугольные матрицы:
а – однополосная; б – двухполосная.

В каждой полосе матрицы формирующие отверстия размещены в несколько рядов с таким расчетом, чтобы на бастунах или на рольганговом столе они располагались в один слой. Число рядов в матрице зависит от размера поперечного сечения изделий: для макарон особых и лапши широкой

в каждой полосе отверстия размещены в два ряда, для макарон соломка – в три, для вермишели тонкой – в семь рядов.

Прямоугольные матрицы для автоматизированных линий Б6-ЛМГ и Б6-ЛМВ имеют длину 955 мм и ширину 100 мм. Толщина матриц колеблется от 35 до 50 мм. Для импортных прессов матрица имеет размеры 1620x100x60 мм.

Формующие отверстия в матрице могут быть трех видов: с вкладышами для формования трубчатых и некоторых видов фигурных изделий; без вкладышей для формования всех видов изделий, кроме трубчатых и штампованных, и щелевидные для формования тестовой ленты, предназначенной для изготовления из нее штампованных изделий.

Из матриц с формующими отверстиями без вкладыша наибольшее распространение получили матрицы с вставками для производства вермишели и лапши. Изготавливаются из латуни, имеют диаметр 298, толщину 60 мм. В диске матрицы высверлены колодцы, внутри которых устанавливаются вставки, имеющие форму дисков диаметром 18 или 20 мм и толщиной 5-10,5 мм. В каждой вставке просверлены отверстия различного профиля.

На рисунке 14 (а) изображена дисковая вставка для формования вермишели обыкновенной диаметром 1,5 мм. В диске матрицы 102 такие вставки, в каждой по 19 формующих отверстий, армированных фторопластом. Всего в матрице 1938 отверстий.

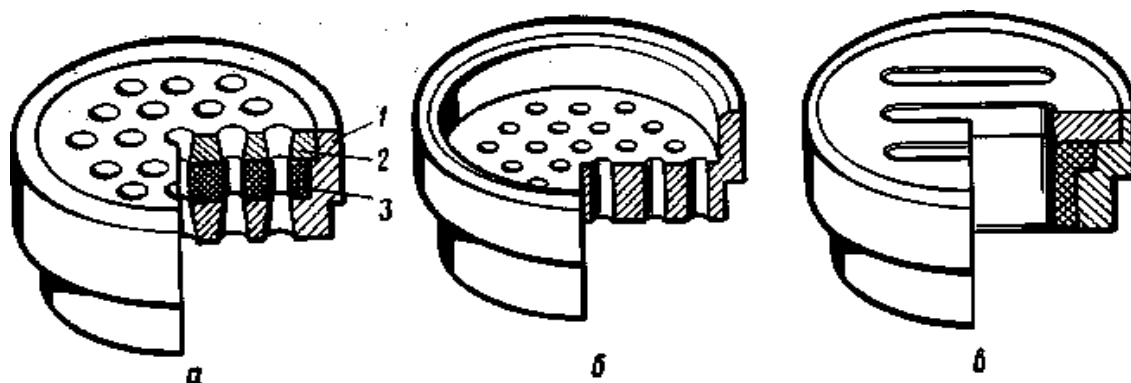


Рисунок 14 – Дисковые вставки макаронных матриц с формующими отверстиями:

а, б – для вермишели; в – для лапши;

1 – корпус; 2 – диск; 3 – прокладка фторопластовая.

Изображенная на рисунке 14 (б) дисковая вставка имеет 55 отверстия диаметром 1,2 мм для формования вермишели более тонкого диаметра. Дисковая вставка имеет фторопластовую прокладку 3 толщиной 4 мм и верхний диск 2, который защищает фторопласт от нагрузок и повреждений при попадании в колодец посторонних предметов.

Матрицы для лапши, мало чем отличаются от матриц для вермишели. Разница только в конструкции дисковых вставок. У дисковых вставок для лапши на рисунке 14 (в) формующие отверстия имеют в сечении форму

прямоугольной щели с закругленными краями, чтобы изделия не рвались по длине.

В свою очередь формующие каналы без вкладыша могут быть цилиндрическими или щелевыми.

В зависимости от вида изготавливаемых макаронных изделий, тесто раскатывается путем пропускания через вращающиеся валы (для лапши и плоской пасты) или поступает в *шнековый экструдер*, где продавливается через специальную матрицу.

Так получают фигурные макароны (ракушки, перья, рожки и прочее). Последней стадией является сушка продукции – она в один слой размещается на транспортировочной ленте и подвергается обдуву воздухом заданной температуре.

Разновидностью безвкладышных отверстий являются формующие отверстия щелевидной формы различной конфигурации, предназначенные для получения тестовых лент, ракушек и других изделий.

Одно из основных требований, которому должны удовлетворять формующие отверстия, – их антиадгезионные свойства. Для формующих отверстий изготавливают специальные вставки из фторопласта-4. Можно формующие отверстия полировать, хромировать, но это менее эффективно.

Формующее отверстие с вкладышами состоит из двух основных элементов: многоступенчатого канала цилиндрической формы и закрепленного в канале вкладыша. Профиль многоступенчатого канала изображен на рисунке 15.

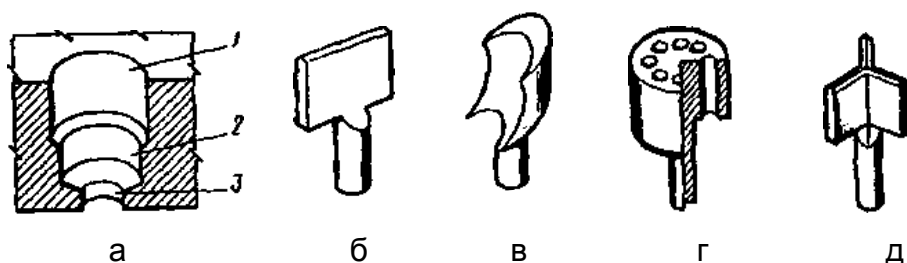


Рисунок 15 – Профиль отверстия матрицы и виды вкладышей:

а – профиль отверстия; б – двухопорный вкладыш;

в – серповидный вкладыш; г – цилиндрический вкладыш; д – трехопорный вкладыш;

1 – верхняя зона; 2 – переходная зона; 3 – формующая зона.

Профиль многоступенчатого канала на рисунке 15, а имеет три различных по диаметру зоны: в верхней зоне 1 крепится при помощи опор вкладыш; переходная зона 2 и формующая зона 3, через которые проходит ножка вкладыша.

Нагнетаемое в отверстие тесто во входной зоне разделяется заплечиками вкладыша на отдельные потоки. В переходной зоне происходит соединение отдельных потоков в тестовую трубку. Для прочного соединения переходная зона должна иметь высоту не менее 11 мм. В формующей щели – отверстие

имеет наименьший диаметр, что вызывает наибольшее сопротивление прохождению теста. В соответствии с этим высота формующей щели должна быть как можно меньше (примерно 3 мм).

Существует несколько типов вкладышей: двухопорный, серповидный, цилиндрический и трехопорный.

Двухопорный на рисунке 15 (б) - вкладыш прост в изготовлении, но при эксплуатации матриц часто децентрируется, в результате толщина стенок макаронных трубок становится неравномерной и качество изделий снижается. Серповидный вкладыш на рисунке 15 (в) отличается простотой изготовления, хорошо центрируется своей опорной частью.

Цилиндрический вкладыш на рисунок 15 (г) имеет преимущества предыдущего, но перфорированная опорная часть создает значительное сопротивление проходу теста. При этом повышается давление формования.

Трехопорный вкладыш на рисунке 15 (д) получил наибольшее распространение. Основное его преимущество заключается в том, что он хорошо центрируется и не создает значительного сопротивления проходу теста. Прилипание теста к стенкам формующей щели матрицы - основная причина образования шероховатой поверхности отформованных изделий, что снижает их товарный вид, уменьшает степень насыщенности желтого цвета изделий из крупки твердой пшеницы, увеличивает потерю сухих веществ в процессе варки изделий. Кроме того, при вязком течении затрачивается дополнительная механическая энергия на преодоление сил сцепления частиц теста между собой, на отрыв теста от прилипшего к каналу матрицы элементарного слоя, а также замедляется скорость выпрессовывания, т.е. снижается производительность пресса. Поэтому уменьшение прилипания теста к поверхности формующих каналов матрицы дает значительные технические и экономические выгоды.

Наиболее радикальный способ снижения прилипания теста к формующим каналам матриц – изготовление каналов из материалов, к которым тесто не прилипает. Таким материалом служит фторопласт-4. В силу низкой прочности изготавливать матрицы целиком из этого материала нельзя. Поэтому используют различные варианты установки в формующие щели металлических матриц фторопластовых вставок.

При формовании теста через матрицы с фторопластовыми вставками макаронные изделия во всех случаях имеют гладкую, лощеную поверхность независимо от качества муки, влажности и температуры теста.

Существует еще один перспективный способ устранения прилипания теста к каналам металлической матрицы – нагревание матрицы до температуры 100-110°C. Количество сырых изделий, выпрессовываемое через отверстия матрицы в единицу времени, зависит от скорости прессования и площади живого сечения матрицы. Последний фактор представляет собой площадь матрицы «в свету» и определяется формой и числом отверстий матрицы [9].

Правила эксплуатации матриц

Для содержания прессовых матриц в должном техническом состоянии на предприятиях имеются графики смены матриц, их чистки, технического осмотра и ремонта. Каждая матрица закрепляется за определенным прессом и колосником, поэтому на матрице указывается номер прессы. Одна матрица находится в эксплуатации не более суток, после чего она подлежит замене.

Снимать матрицу с прессы следует только специальным съемником. При установке матрицы в кольцо прессы можно применять только деревянный молоток. Для очистки матриц на предприятии предусмотрено моечное отделение, которое включает следующее оборудование и инвентарь: машину для мойки матриц; ванну с гнездами для отмочки матриц; световую подставку для проверки чистоты матриц после мойки; специальный стеллаж или этажерку для хранения чистых матриц; шкаф с инструментом и запасными частями для ремонта матриц.

Матрицу опускают в ванну для отмочки и устанавливают на ребро. Температура воды в ванне 40-50°C, отмачивается матрица в течение 10-12 ч. После отмочки матрицу устанавливают в моечную машину. При осмотре необходимо обратить внимание на размеры и профиль отверстий и вкладышей. Вкладыши в формирующих отверстиях должны сидеть плотно, ось вкладыша должна совпадать с осью отверстия. Края прессующих щелей и вкладышей не должны иметь заусенцев.

Для технического осмотра и текущего ремонта вкладыши макаронной матрицы вынимают только в случае необходимости. Не рекомендуется чистить отверстия матрицы гвоздями или шилом и без необходимости удалять вкладыш [8].

Контрольные вопросы

1. Какие виды матриц используют при производстве макаронных изделий?
2. Для выработки каких макаронных изделий могут быть использованы матрицы с подкладными колосниками?
3. Каких видов бывают формирующие отверстия в матрице?
4. Какие причины прилипания теста к формирующей щели матрицы и способы их устранения?
5. Какие основные правила эксплуатации матриц?

9 ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ФОРМОВАНИЕ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Основная цель высокотемпературного формования – повышение производительности прессы. Термообработка макаронного теста на стадии замеса ограничена интервалом температур 60-65°C, но с целью большего увеличения производительности прессы возможен кратковременный нагрев

теста до более высоких температур. Это можно осуществить путем нагрева матрицы, поскольку в этом случае даже очень высокие температуры воздействия на уплотненное тесто во время быстрого прохождения его сквозь каналы матрицы не успевают привести к глубоким изменениям его белка. Кроме того, формование макаронных изделий через нагретую матрицу сопровождается положительными изменениями свойств белка и крахмала в поверхностном слое изделий [10].

Результаты опытов Г. М. Медведева свидетельствуют о двукратном увеличении производительности прессы при температуре матрицы 80°C по сравнению с традиционным режимом (при температуре матрицы 50°C). Дальнейшее повышение температуры влечет за собой и дальнейшее увеличение скорости выпрессовывания. Однако при температуре матрицы выше 120°C начинает наблюдаться вспучивание поверхности выпрессовываемых сырых изделий вследствие значительного перепада температур изделий и воздуха и резкого испарения влаги из изделий.

При формовании изделий через нагретую до температуры 110-115°C металлическую матрицу без тефлоновых вставок выпрессовываются изделия с очень гладкой поверхностью. Это явление связано с тем, что испаряющаяся в формируемых изделиях влага (при соприкосновении с горячей поверхностью канала матрицы) создает между поверхностью изделий и формирующей щелью матрицы паровую прослойку, предотвращающую прилипание тестовой поверхности изделия к поверхности щели.

При влажности теста 32% с повышением температуры матрицы от 40 до 80°C производительность прессы увеличивается почти в 2 раза, а давление снижается на 37,5%. Использование теста с более низкой влажностью (29%) позволяет повысить давление прессования до величины, характерной для традиционного режима (температура матрицы 50°C, влажность теста 32%). И хотя производительность прессы при этих двух режимах практически одинакова, значительно снижается расход теплоты на последующую сушку: кроме 3% разницы во влажности теста прессование сырых изделий через горячую матрицу приводит к испарению влаги с поверхности изделий — влажность их снижается еще примерно на 3% по сравнению с традиционным режимом. Это дает возможность, во-первых, избежать слипания сырых изделий в сушилке и, во-вторых, при одинаковом количестве изделий, поступающих в сушилку, значительно смягчить режим сушки, обеспечивая при этом высокую прочность продукта.

Повысить давление прессования, не меняя практически влажность теста, можно также подачей холодной воды в рубашку шнекового цилиндра. При этом увеличение производительности прессы при горячей матрице сохраняется.

Как указывает Г. М. Медведев, высокотемпературное формование наиболее эффективно при выработке макаронных изделий из полукрупки, хлебопекарной муки, изделий с яичными добавками, а также при

использовании матриц с низкой пропускной способностью (низким коэффициентом живого сечения). Увеличение производительности прессы должно сопровождаться соответствующим увеличением подачи тестовой массы в шнековую камеру, иначе это неизбежно приведет к падению давления прессования и снижению качества готовых изделий.

При высокотемпературном способе формования рекомендуются следующие оптимальные температуры нагрева матриц:

- при использовании матриц с тефлоновыми вставками — 75-85°C, так как более высокие температуры нежелательны из-за снижения прочности тефлоновых вставок и не способствуют улучшению качества продукции;

- при использовании матриц без тефлоновых вставок — 110-120°C, поскольку при этом достигаются максимальное увеличение производительности прессы и наилучшее качество продукта (гладкая поверхность и лучшие варочные свойства).

Круглую матрицу можно нагреть до температуры 75-85°C, используя трубчатый электронагреватель (ТЭН) мощностью 3 кВт, который укладывают в кольцевую канавку, прорезанную по периферии матрицы. Перед мытьем матрицы снимают с прессы после отключения клемм от выводных концов ТЭНа; затем снимают накладное кольцо и вынимают ТЭН из канавки.

Прямоугольные матрицы можно обогреть горячим воздухом, направляемым с двух продольных сторон матрицы щелевидными обдувателями, примыкающими как можно ближе к выходной плоскости матрицы.

Вследствие значительного испарения влаги из выпрессовываемого через горячую матрицу полуфабриката прядь сырых изделий желательно обдувать не нагнетанием, а всасыванием воздуха в отверстия обдувателя.

При переходе на высокотемпературное формование с увеличением производительности прессы режим сушки изделий не меняется, поскольку масса изделий, поступающих в сушилку, увеличивается, а влажность снижается.

При переходе на высокотемпературное формование без увеличения производительности прессы (со снижением влажности теста в месильной камере на 2% и более) режим сушки изделий должен быть смягчен. Для этого снижают температуру воздуха в сушилке, уменьшая давление греющего пара на входе в сушилку [11].

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводят нагрев матрицы?
2. Какие результаты получил Г.М. Медведев в ходе своих исследований?
3. Какие оптимальные температуры нагрева матриц рекомендуется использовать при производстве макаронных изделий?
4. Как можно осуществлять обогрев прямоугольных матриц?
5. Как изменится производительность пресса с повышением температуры матрицы?

10 МАШИНЫ ДЛЯ МОЙКИ МАТРИЦ

Моечные машины предназначены для очистки формующих отверстий матриц от теста. Принцип действия этих машин основан на промывании отверстий матриц тонкими струями теплой воды температурой 35-50°C, направленными по всей площади матрицы под давлением до 4 МПа.

По назначению моечные машины бывают двух типов: для мойки круглых матриц и универсальные для мойки круглых и прямоугольных матриц. Машины оснащены надежной очистительной системой, что позволяет значительно сократить расход моющей воды на одну матрицу (15—25 л), имеют небольшие габаритные размеры и массу, надежны в эксплуатации.

Машина П76-1018 для мойки матриц

Машина фирмы «Паван» (Италия) на рисунке 16 позволяет осуществлять мойку круглых и прямоугольных матриц более эффективно с наименьшими затратами воды и электроэнергии по сравнению с машинами других конструкций.

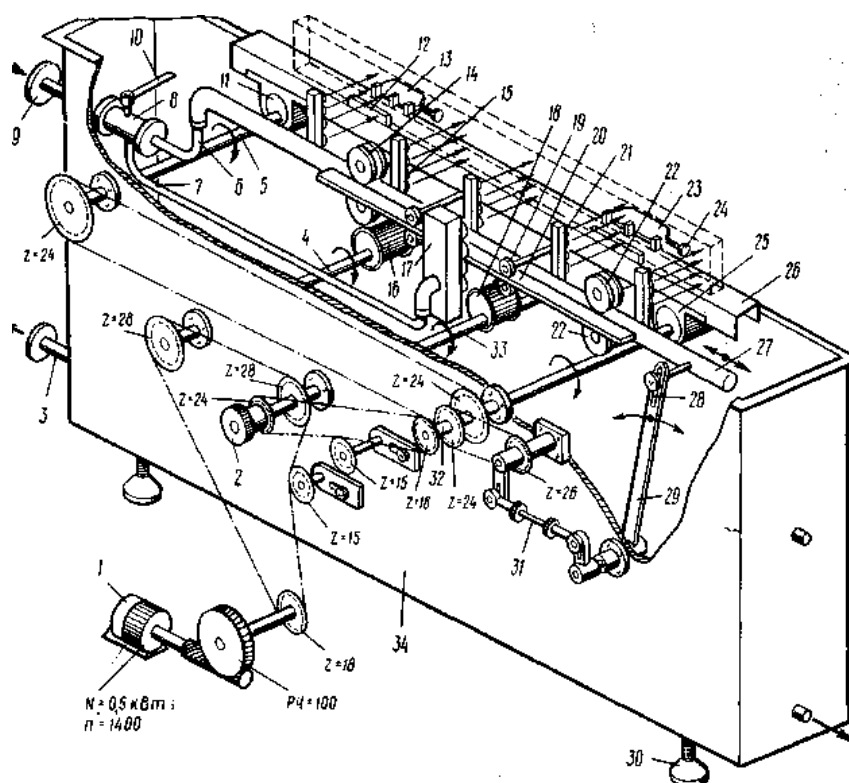


Рисунок 16 – Машина П76-1018 для мойки матриц:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3, 6, 27 – трубопроводы; 4, 5, 32, 33 – валы; 7 – отвод;
8 – двухходовой кран; 9 – патрубок; 10, 29 – рычаги; 11, 25 – эксцентрики;
12 – ограничитель; 13, 23 – зажимные устройства; 14, 16, 18, 19, 22 – ролики;
15 – форсунки; 17 – распределительная коробка; 20 – пластина;
21 – сопловое устройство; 24 – винт; 26 – платформа; 28 – прорезь;
30 – винтовые опоры; 31 – стержень; 34 – моечная камера.

Основными узлами машины являются моечная камера, гидравлическая система мойки и механизм привода. Моечная камера 34 вместимостью 0,5 м

имеет жесткий каркас прямоугольной формы, облицованный листовой нержавеющей сталью. В верхней части камеры расположена гидравлическая система для мойки матриц. Эта часть камеры сверху закрывается поворотной, плотно подогнанной крышкой. В средней части камеры по всей длине наклонно установлена плоскость, обеспечивающая направленный сток воды в одну из торцовых сторон камеры.

Нижняя часть камеры, называемая отстойником, разделена по длине двумя сетчатыми перегородками. Камера снабжена поплавковым клапаном, поддерживающим необходимый уровень жидкости в отстойнике, а также соединительными фланцами, штуцерами для подсоединения к трубопроводной арматуре гидравлической системы машины. Камера установлена на четырех винтовых опорах 30, что позволяет регулировать и устанавливать необходимый для эксплуатации машины горизонтальный уровень.

Гидравлическая система машины обеспечивает подачу воды в моеющее устройство под давлением до 4 МПа, отвод отработанной воды в отстойник, ее постепенную фильтрацию для дальнейшего использования в процессе мойки.

Система обеспечения подачи воды состоит из компрессорной установки, трубопроводов, кранов и сопловых устройств.

К нагнетательному клапану насоса крепится гибкий шланг диаметром 20 и длиной 1500 мм, другой конец которого прикреплен к патрубку 9 двухходового крана 8 высокого давления.

Кран укреплен на боковой стенке моечной камеры и имеет два отвода, один из которых обеспечивает подачу воды к системе мойки прямоугольных матриц, через другой отвод 7 вода подается к устройству для мойки круглых матриц. Это устройство закреплено неподвижно и представляет собой прямоугольной формы распределительную коробку 17, в которой расположены сверху вниз в два вертикальных ряда форсунки.

Система мойки прямоугольных матриц имеет общий трубопровод 27, один конец которой соединен гибким шлангом со штуцером двухходового крана, на другом конце трубы закреплен шток, установленный в прорези 28 рычага 29. На трубе через шаг 430 мм установлено пять поворотных сопловых устройств 21, каждое из которых имеет по четыре форсунки 15, имеющих отверстия диаметром 1 мм.

Возвратно-поступательное движение трубы с частотой хода 24 в минуту и амплитудой 240-560 мм относительно двух пар фасонных роликов 14 и 22 осуществляется от общего привода машины через систему зубчатых колес, кривошипно-шатунный механизм и рычаг 29. Регулирование амплитуды движения трубы осуществляется изменением длины шатуна при вращении стержня 31. Для исключения поворота трубы к ней дополнительно прикреплена пластина 20, которая фиксируется на одном горизонтальном уровне с помощью двух пар направляющих роликов 19.

Привод машины осуществляется от электродвигателя, систему зубчатых колес и цепных контуров, от которых движение передается двум парам валов. Первая пара валов 5 и 32 через два эксцентрика 11 и 25 приводит в движение с частотой вращения 12 об/мин платформу 26, на которой устанавливается прямоугольная матрица. На второй паре валов 4 и 33 с эксцентриситетом 15 мм установлены ролики 16 и 18 с рифленой поверхностью, на которые устанавливается круглая матрица. Частота вращения роликов 9 об/мин. Регулирование установки и степени прижатия зубчатых колес на валу приводного механизма осуществляется специальной муфтой 2.

Работа машины осуществляется следующим образом. Устанавливают прямоугольную матрицу на платформу вплотную к двум ограничителям 12, при этом входные отверстия матриц должны быть обращены к сопловым устройствам и расположены от них на расстоянии 60 мм.

С помощью двух специальных зажимных устройств 13 и 23, снабженных винтами 24, жестко фиксируют положение матрицы относительно платформы. Устанавливают рычаг 10 двухходового крана в положение для мойки прямоугольных матриц, при этом вода под давлением направляется в трубопровод 6, откуда равномерно распределяется во все пять сопловых устройств. Изменяя угол наклона сопловых устройств относительно трубы, определяют наиболее оптимальное положение относительно входных отверстий матрицы. В таком положении вся площадь матрицы должна равномерно промываться струями воды, выходящими под большим давлением из форсунок сопловых устройств. После проведения соответствующих подготовительных операций закрывают крышку моечной камеры и включают привод машины.

Мойка матрицы проводится в течение 10 мин. Отработанная вода с частицами теста стекает по наклонной плоскости в нижнюю часть моечной камеры, где частицы теста постепенно осаждаются, а вода проходит через две фильтрующие сетки и по трубопроводу 3, соединенному гибким шлангом со всасывающим патрубком насоса, вновь направляется на мойку. Тестовая масса по мере необходимости выгружается из отстойника через специальный люк.

В случае мойки круглых матриц изменяют соответственно положение рычага на двухходовом переключателе, устанавливают торцевой стороной матрицу на два ролика. При этом конструкция роликов благодаря боковым ограничителям исключает осевое смещение матрицы при ее движении [13].

Контрольные вопросы

1. На какие типы подразделяют моечные машины по назначению?
2. Опишите принцип работы моечной машины П76-1018?

3. Какие основные рабочие узлы П76-1018?
4. Каков общий принцип действия моечных машин?
5. Как осуществляют мойку круглых матриц на моечной машине П76-1018?

11 НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ РАЗДЕЛКИ

Технологическая цель разделки - подготовка сырых изделий к сушке и придание им формы, соответствующей стандартным требованиям. Отформованные изделия обдувают воздухом, разрезают с помощью режущего механизма и раскладывают на сушильные поверхности (короткорезанные изделия) для высушивания, укладывают в лотковые кассеты (макаронны при лотковом способе сушки) либо развешивают на бастуны (длинные изделия при подвесной сушке).

Таким образом, этот участок технологического процесса включает операции обдувки, резки и раскладки. От того, как проведена резка и раскладка сырых изделий, зависят их форма, качество и продолжительность сушки. Нарезанные макаронные изделия по стандарту должны быть одинаковыми по длине и иметь прямую форму, срез должен быть ровным, без загибов и заусенцев.

Качество резки зависит от конструктивных особенностей машин, режущего инструмента и режима их эксплуатации, а также от пластичных свойств продукта. Чем ниже влажность макаронных изделий, тем они плотнее, тем хуже режутся и образуется больше отходов.

Для отформованных изделий основным условием доброкачественной резки является геометрия и состояние режущего инструмента, а также скорость резания. Режущий инструмент изготавливается из легированной термообработанной стали.

По виду режущего инструмента и характеру его движения, применяемые в макаронной отрасли резальные установки можно разделить на следующие основные группы:

- механизмы с пластинчатыми, серповидными или роторными ножами с вращательным движением рабочего органа;
- машины с пластинчатыми ножами и возвратно-поступательным движением рабочего органа;
- машины с дисковыми ножами и сложным движением рабочего органа.

Короткие изделия режут двумя способами: скольжением ножа по плоскости матрицы или в подвесном состоянии, когда свисающую прядь режут на некотором расстоянии от матрицы.

Фигурные изделия и рожки режут всегда первым способом, перья вторым. Короткорезанные вермишель и лапшу можно нарезать как тем, так и другим способом, причем во втором случае изделия получаются более прямыми и появляется возможность более интенсивной обдувки, например, подачей воздуха вдоль пряди.

Механизмы для резки по диску матрицы устанавливают непосредственно под матрицей и крепят к станине пресса. Режущее устройство механизма имеет один или несколько пластинчатых ножей, прижатых к матрице, которые, вращаясь, отсекают отформованные изделия. Частота вращения ножей изменяется с помощью вариатора скоростей в зависимости от скорости формования и вида изделий. Такие механизмы

применяются для резки различных фигурных и мелких изделий (суповых засыпок).

Механизмы для резки в подвешенном состоянии устанавливаются под матрицей на полу, между опорами прессы. Резку проводят по противорежущей решетке после того, как отформованные изделия пройдут вертикальный участок (500-600 мм) под матрицей. Данный способ получил наибольшее распространение для резки лапши и вермишели, так как в этом случае изделия после резки имеют прямолинейную форму, что обеспечивает их лучшую текучесть при фасовании.

Устройство для обдувки сырых макаронных изделий

Для облегчения резания и предотвращения слипания сырые изделия при выходе из матрицы необходимо интенсивно обдувать воздухом. Это приводит к образованию на поверхности сырых изделий подсушенной корочки, которая препятствует слипанию изделий при подаче их в сушилку и на транспортерах сушилки (короткорезанные изделия), слипанию в лотковых кассетах (макаронны), а также прилипанию их к бастунам (подвесная сушка длинных изделий). Обдувка сырых изделий предотвращает также налипание их на режущие ножи и залипание трубчатых изделий при резке.

Изделия обычно обдувают воздухом формовочного отделения температурой около 25°C и относительной влажностью 60-70%. При этом влажность сырых изделий снижается на 1-2% при традиционных режимах замеса и формования и на 3-4% при высокотемпературных режимах.

При сушке на бастунах следует избегать чрезмерной подсушки поверхности изделий, так как при сильном заветривании может происходить разламывание изделий в местах перегиба и падение их с бастунов на самораскладе или в процессе сушки.

В зависимости от скорости прессования продолжительность пребывания изделий в зоне обдувки при подвешенном способе резки 5-6 с. За это время на поверхности изделий успевает образоваться подсушенная корочка. Обдувка воздухом макаронной пряжи может осуществляться двумя способами: нагнетанием или всасыванием воздуха через отверстия в кольцевом сопле. Второй способ получил наибольшее распространение.

Для обдувки длинных изделий, изготавливаемых на линиях с подвесной сушкой, используют распределитель-обдуватель,

Его устройство показано на рисунке 17. Он распределяет выпрессовываемые сырые изделия на две пряжи.

Поверхность полого короба 3, установленного под двумя прямоугольными матрицами, имеет множество отверстий, через которые выходит воздух, нагнетаемый в короб двумя центробежными вентиляторами 2 с электродвигателями 1 через короткие воздуховоды 4.

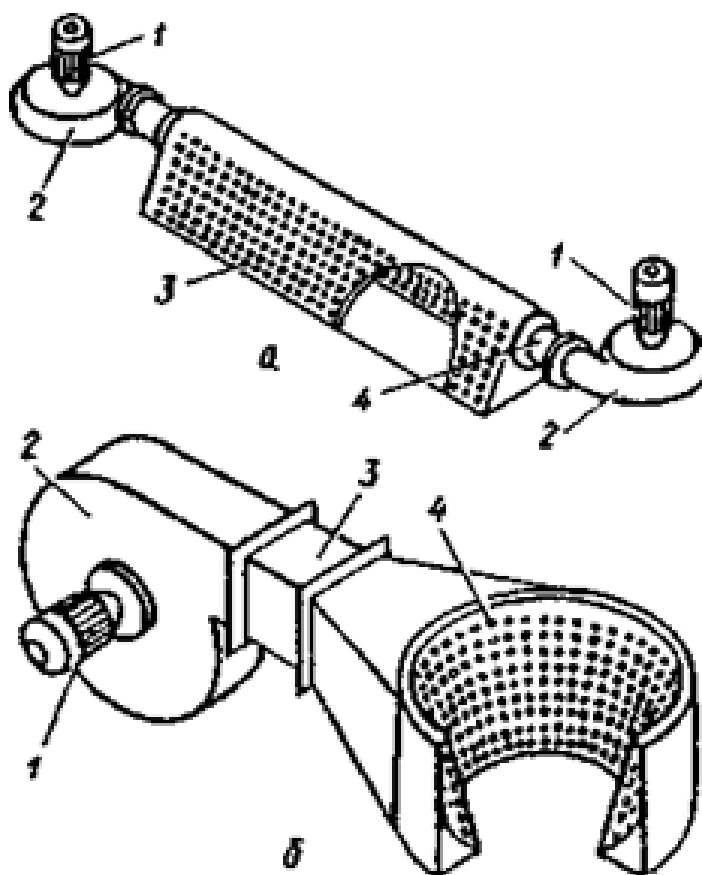


Рисунок 17 – Устройства для обдувки сырых изделий:
а – для прессов с прямоугольными матрицами; б – для прессов с круглыми матрицами;
1 – электродвигатель; 2 – центробежные вентиляторы;
3 – полый короб; 4 – воздуховоды.

Для обдувки короткорезанных изделий, формуемых на прессах с круглыми матрицами, используют обдувочное устройство из оцинкованного железа на рисунке 17 (б), которое крепят к нижней плите каркаса пресса и размещают под матрицедержателем. Устройство представляет собой полый корпус 4 с воздуховодом 3, к которому прикреплен центробежный вентилятор 2 с электродвигателем 1. Внутренняя поверхность корпуса 4 имеет конусообразную форму с отверстиями диаметром 2-3 мм.

Внутренняя и наружная поверхности корпуса образуют кольцевой канал, в который нагнетается или из которого отсасывается воздух осевым вентилятором, выходящий затем через отверстия корпуса и обдувающий таким образом прядь изделий, свисающих из матрицы, или падающие изделия, нарезанные по плоскости матрицы.

Механизмы для резки коротких макаронных изделий по диску матрицы
Универсальный режущий механизм УРМ

Его устройство показано на рисунке 18. Он устанавливается на макаронных прессах с круглой матрицей диаметром 298 мм. Состоит из ножевой головки и привода.

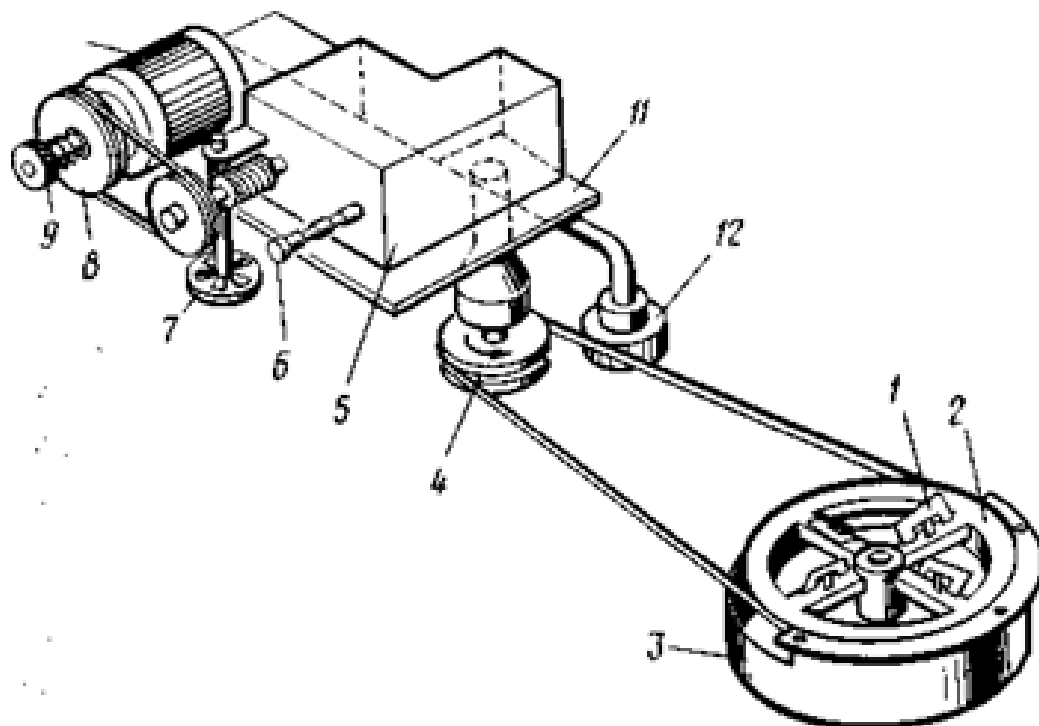


Рисунок 18 – Универсальный режущий механизм УРМ:
1 – нож; 2, 4 – шкивы; 3 – ограждение; 5 – коробка скоростей; 6 – рукоятка;
7 – штурвал; 8 – вариатор; 9 – гайка; 10 – электродвигатель; 11 – рама; 12 – ролик.

Привод монтируется на раме 11 и включает в себя электродвигатель 10 с вариатором скорости 6 и коробку скоростей 5. Вращение вала электродвигателя с помощью вариатора и клинового ремня передается на коробку скоростей. Коробка скоростей имеет подвижной блок зубчатых колес, позволяющих при переключении рукоятки 6 получать три различные скорости вращения, которые через коническую пару передаются на вертикальный вал коробки скоростей.

Ножевая головка представляет собой шкив 2 с четырьмя спицами, к которым крепятся на специальных шарнирах ножи 1. Конструкция шарниров обеспечивает равномерное прижатие лезвия ножа к нижней плоскости матрицы. Шкив с ножами вращается вокруг вертикальной оси головки на двух шарикоподшипниках. С помощью этой же оси ножевая головка крепится к матрице прессы или к стяжке колосника, для этого в центре стяжки или матрицы высверливается отверстие с левой резьбой М20.

Ограждение 3 закрывает ножевую головку и дополнительно предназначено для направления сырых изделий к обдувочному устройству прессы.

Необходимая длина изделий задается с помощью коробки скоростей, вариатора и числа ножей, установленных на ножевой решетке. Окончательное регулирование длины изделий производится на ходу с помощью штурвала 7 и гайки 9. Минимальное число срезов изделий в минуту при одном ноже составляет – 18, при двух – 36 и четырех – 72. максимальное число срезов при четырех ножах – 2100.

Механизм для резки макарон конструкции И. М. Певнего

Механизм для резки макарон конструкции И. М. Певнего изображен на рисунке 19. Устанавливается к шнековым макаронным прессам ЛПЛ-2М.

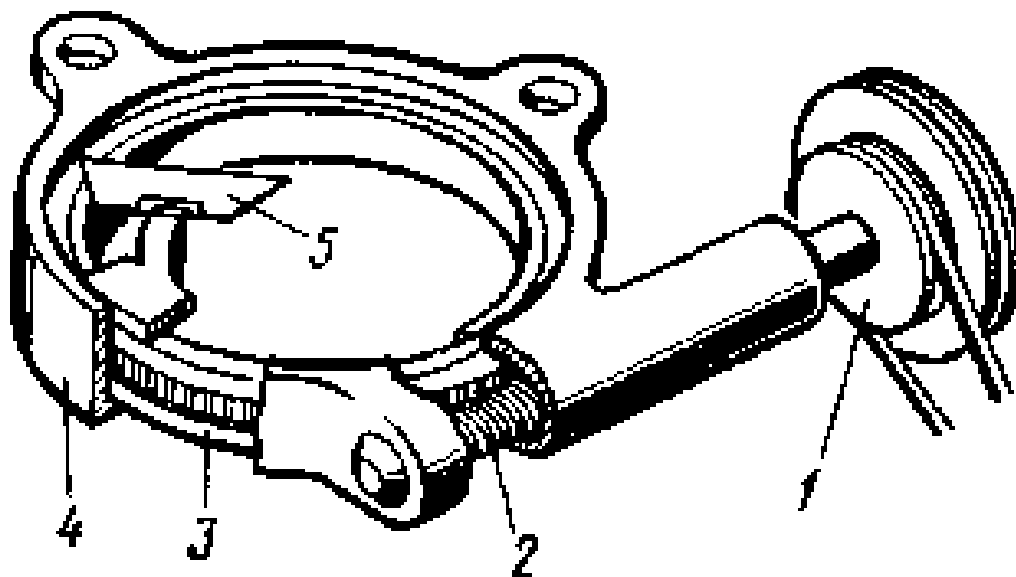


Рисунок 19 – Режущий механизм конструкции И. М. Певнего:
1 – шкив; 2 – винт; 3 – червячное колесо; 4 – корпус; 5 – нож.

Механизм состоит из кольцеобразного корпуса 4, прикрепляемого болтами к нижней плоскости матрицедержателя пресса, и червячной пары с передаточным отношением 1:80.

Червячное колесо 3, находящееся в кольцеобразном корпусе, приводится во вращение винтом 2, на валу которого находится двухступенчатый шкив 1, приводимый во вращение от индивидуального электродвигателя через шкив-вариатор.

Пластинчатый нож 5, прикрепленный с помощью кронштейна к ободу червячного колеса, скользит по нижней плоскости матрицы, срезая отформованные изделия. Плоскость ножа образует с плоскостью матрицы угол 30°, длина режущей кромки ножа 105 мм.

В зависимости от требуемой длины изделий может быть установлено один, два или четыре ножа. Минимальное число срезов изделий в минуту составляет при одном ноже 12, при двух - 24, при четырех - 48.

Максимальное число срезов в минуту четырьмя ножами 760.

Механизмы для резки коротких макаронных изделий по ножевой решетке

Механизм для резки «перьев»

Предназначен для резки отформованных через круглую матрицу макарон на отрезки 30 – 100 мм. Схема показана на рисунке 20.

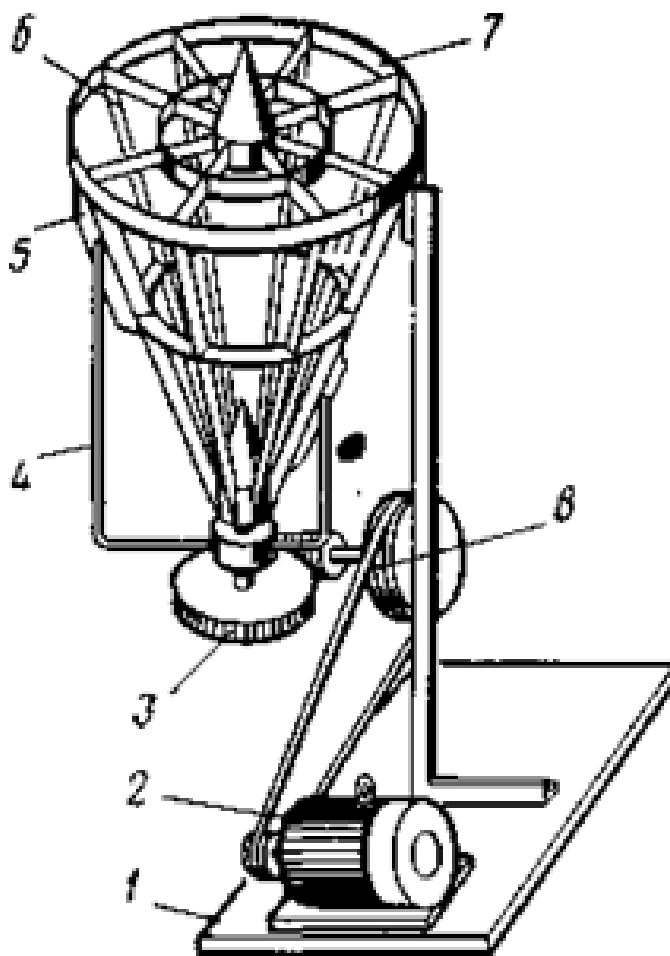


Рисунок 20 – Механизм для резки «перьев»:

- 1 – общая площадка; 2 – электродвигатель; 3 – червячный редуктор;
4 – угловые рычаги; 5 – ножи; 6 – конусная решетка;
7 – цилиндрический кожух; 8 – рама; 9 – клиноременная передача.

Он состоит из следующих узлов: ножевой конусной решетки 6, двух ножей 5 и электродвигателя 2 с червячным редуктором 3, установленных на общей площадке 1.

Механизм устанавливают на полу под матрицей прессы. Рама 8 и электродвигатель 2 установлены на станине 1. К раме крепят направляющую конусную решетку 6 из полосовой стали с образующей, расположенной под углом 30° к основанию. С наружной стороны конусной решетки в верхней и нижней ее частях вращаются два ножа 5 из листовой стали с частотой 15 или 30 об/мин.

Ножи получают вращение от вала червячного редуктора 3, к которому они прикреплены посредством двух угловых рычагов 4. Редуктор приводится в движение электродвигателем через клиноременную передачу 9. Для

равномерного распределения пряди изделий в отверстиях конусной решетки устанавливают цилиндрический кожух 7 из листового оцинкованного железа, разделенный внутри перегородками.

Механизм для резки «перьев» к прессу типа ЛПШ

Схема изображена на рисунке 21. Применяется с матрицами диаметром до 350 мм.

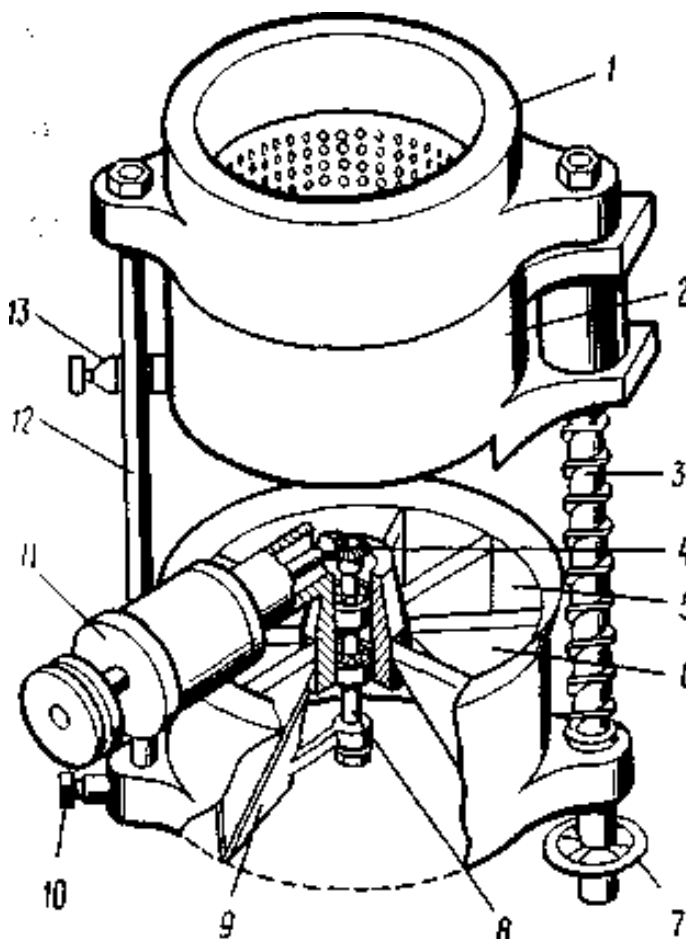


Рисунок 21 – Механизм для резки «перьев» к прессу типа ЛПШ:

- 1 – матрицедержатель; 2 – обдувочное кольцо; 3 – электродвигатель;
- 4 – зубчатая передача; 5 – цилиндр; 6 – противорежущие грани;
- 7 – клиноременной вариатор; 8 – вертикальный вал; 9 – пластинчатый нож;
- 10 – кронштейн; 11 – редуктор; 12 – рама; 13 – винт.

Он устанавливается под матрицедержателем 1 и представляет собой цилиндр 5 с приваренными радиально внутри него противорежущими гранями 6, образующими в нижней части коническую поверхность. Внутри конуса на вертикальном валу 8 и кронштейне 10 укреплен пластинчатый нож 9. Вращение его осуществляется от электродвигателя 3 через клиноременный вариатор, редуктор 11 и зубчатую передачу 4. Привод режущего механизма позволяет плавно изменять частоту вращения от 10 до 60 об/мин.

Отформованные пряди направляются в обдувочное кольцо 2, из которого равномерно распределяются в ячейки цилиндра, где при вращении

ножа прижимаются к радиальным ребрам ножевой решетки и отрезаются, при этом косой срез концов изделий имеет форму пера.

В механизме предусмотрена возможность регулирования зазора между ножом и ножевой решеткой. Оптимальным для резки макарон считается зазор 0,2 мм.

Штампующая машина фирмы «Брайбанти»

Штамппашина фирмы «Брайбанти» предназначена для изготовления из тестовой ленты штампованных изделий. Её схема показана на рисунке 22.

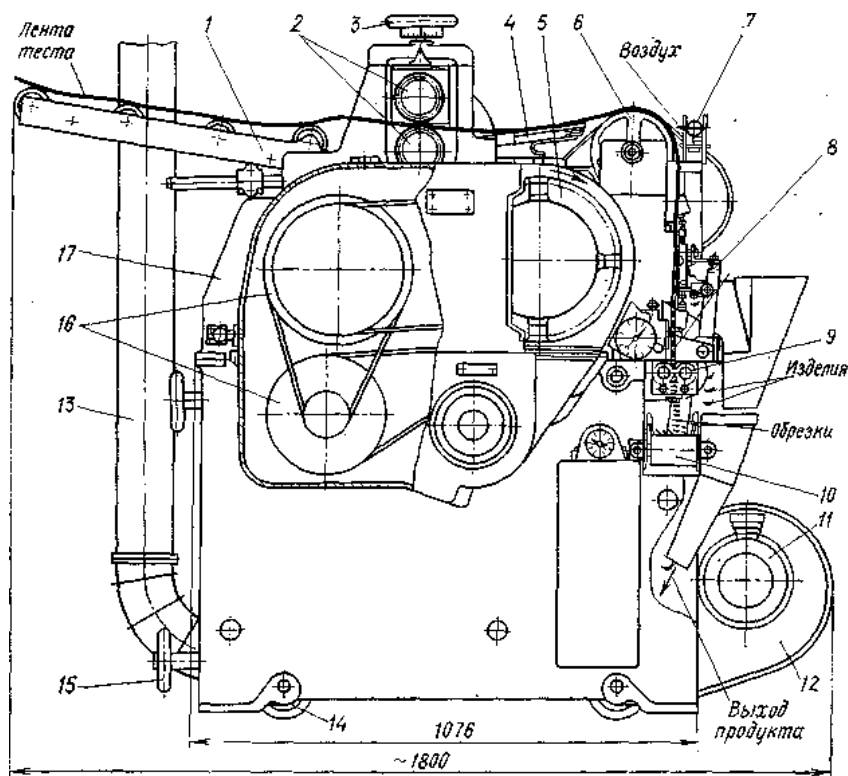


Рисунок 22 – Штампующая машина:

- 1 – рольганг; 2 – калибрующие валки; 3 – механизм перемещения верхнего вала; 4 – стол;
- 5 – кулачковый вал; 6 – подающий барабан; 7 – труба; 8 – штампующий механизм;
- 9 – механизм резки; 10 – транспортер обрезков; 11 – электродвигатель;
- 12 – измельчитель обрезков; 13 – пневмотранспортер; 14 – колеса; 15 – маховик;
- 16 – ременные передачи; 17 – станина.

Технологическими узлами машины являются: рольганг 1, калибрующие валки 2, подающий барабан 6, штампующий механизм 8, укомплектованный штампами трех видов, механизм 9 резки перфорированной тестовой ленты, транспортер обрезков 10, пневмотранспортер 13 с измельчителем обрезков 12. Технологические узлы и привод машины смонтированы на станине 17.

Станина имеет левую и правую боковины, соединенные стяжками. Она может перемещаться по полу при помощи тележки, на которой установлена. Тележка имеет две оси, каждая с парой колес 14. При помощи маховика 15 машину можно опустить так, что она будет опираться на пол опорными поверхностями боковин станины.

Привод штампашины осуществляется от электродвигателя через два клиноременных вариатора, ременные, зубчатые и цепные передачи. Вариаторы и ременные передачи расположены с левой стороны машины. Ременные передачи 16 приводят во вращение промежуточный вал, кулачковый вал 5 и масляный насос. Зубчатые и цепные передачи расположены с правой стороны машины и приводят в действие калибрующие валки, механизм резки, транспортер обрезков и измельчитель пневмотранспортера.

Рольганг подает тестовую ленту на калибрующие валки, которые раскатывают ее до необходимой толщины. Регулировка зазора между валками производится механизмом 3 перемещения верхнего валка. Устройство для калибровки тестовой ленты состоит из пары валков, стола 4 и скребков для снятия с валков налипшего теста. С валков тестовая лента попадает на стол, а затем на подающий барабан. После барабана лента принимает вертикальное положение, обдувается воздухом, выходящим через щель трубы 7, и направляется в штампуемый механизм.

Барабан находится выше штампуемого механизма за калибрующими валками. Он получает вращение от кривошипа кулачкового вала. Угол поворота барабана регулируют перестановкой пальца тяги в нужное отверстие обгонной муфты. Барабан может совершать от 55 до 470 ходов в минуту, имея при этом окружную скорость соответственно от 1,6 до 33,2 об/мин. Частота вращения кулачкового вала согласуется со скоростью подачи тестовой ленты калибрующими валками и подающим барабаном.

Штамп производит вырубание заготовок из тестовой ленты и формование изделий из них. Каждый штамп обеспечивает изготовление изделий одного вида. Штамп состоит из матрицы, верхних и нижних вертикальных пуансонов, вырубных пуансонов и направляющей тестовой ленты. Плита с закрепленной на ней матрицей и вертикальными пуансонами устанавливается впереди машины.

Механизм резки расположен под штампуемым механизмом и предназначен для резки тестовой ленты после вырубания из нее заготовок для формования изделий - перфорированной тестовой ленты. Он состоит из двух гребенчатых валов и гребенок для удаления, налипшего на поверхность валов теста. Транспортер обрезков находится под механизмом резки. На ведущий и ведомый барабаны транспортера, находящиеся между двумя боковиками штампашины, надета бесконечная лента. Ведущий барабан вращается от зубчатой шестерни через прямозубую и винтовую зубчатые передачи. Транспортер подает резаные отходы тестовой ленты в измельчитель, расположенный сбоку машины, откуда измельченные отходы пневмотранспортером подаются в циклон, расположенный над корытами пресса. Масса измельченных отходов составляет около половины массы тестовой ленты, выходящей из матрицы.

Измельчитель снабжен крыльчаткой, заключенной в корпусе. Обрезки подаются в измельчитель через воронку. Внизу корпуса предусмотрено отверстие, через которое измельченные обрезки поступают в трубопровод пневмотранспортера.

Пневмотранспортер оборудован центробежным вентилятором с приводом от индивидуального электродвигателя 11. Отформованные изделия из штампа попадают в течку, а затем на ленточный транспортер, который подает их на сушку [14].

Контрольные вопросы

1. Какие операции включает технологический участок разделки макаронных изделий?
2. На какие группы делят режущие инструменты?
3. Какова цель обдувки сырых макаронных изделий?
4. Перечислите механизмы для резки макаронных изделий и принцип действия?
5. Каково устройство и принцип действия штампующей машины фирмы «Брайбанти»?

12 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАСКЛАДКИ

Оборудование для раскладки коротких макаронных изделий

В настоящее время сушка коротко резаных изделий в подавляющем большинстве производится в конвейерных сушилках, ширина лент транспортеров которых составляет 2 м. Раскладчики (раструсчики) той или иной конструкции предназначены для равномерного распределения сырых нарезанных коротких изделий на ленту транспортера сушилки толщиной 2 – 5 см., которые подаются от прессовой головки пресса к верхней ленте сушилки потоком шириной 300-400 мм.

В настоящее время сушка короткорезаных изделий в подавляющем большинстве производится в паровых конвейерных сушилках, ширина лент транспортеров которых составляет 2 м.

Для равномерного распределения сырых изделий, которые подаются от прессовой головки пресса к верхней ленте сушилки потоком 300-400мм, используют раскладчики (раструсчики).

На рисунке 23 представлена схема раскладчика короткорезаных изделий с перегородкой.

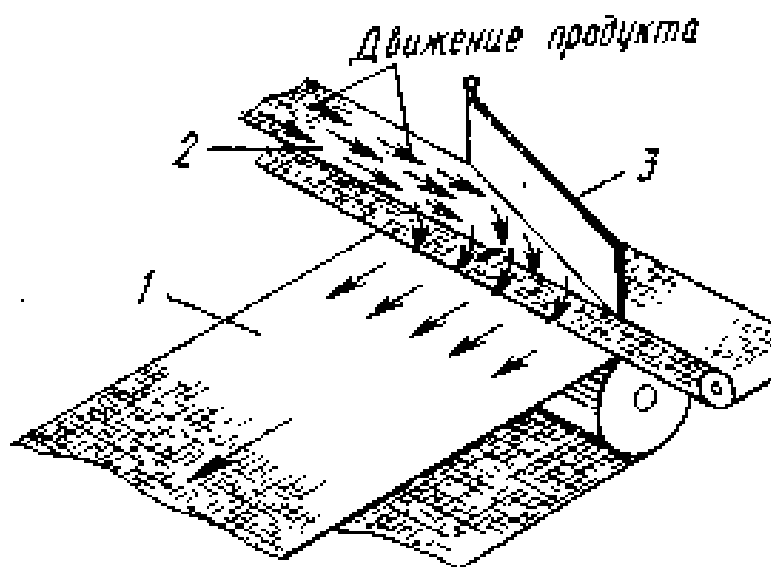


Рисунок 23 – Раскладчики короткорезаных изделий с перегородкой:

1 – верхний транспортер; 2 – ленточный транспортер; 3 – заслонка.

Наиболее простой раскладчик с перегородкой состоит из ленточного транспортера 2 подающего сырые изделия от пресса и находящегося над верхним транспортером 1 сушилки, и заслонки 3, устанавливаемой по диагонали поперек ленты этого транспортёра.

Сырые изделия, натываясь на заслонку, с подающего транспортера переходят на ленту верхнего транспортёра сушилки, распределяясь равномерным слоем по всей ширине этой ленты.

Во избежание провисания верхней ленты подающего транспортера и проскакивания изделий под заслонкой лента скользит по деревянной плите, установленной перпендикулярно заслонке.

Если пресс и сушилка находятся на разных этажах либо на одном этаже, но при наличии достаточного места над сушилкой, часто используют раскладчик с качающейся трубой, изображенный на рисунке 24.

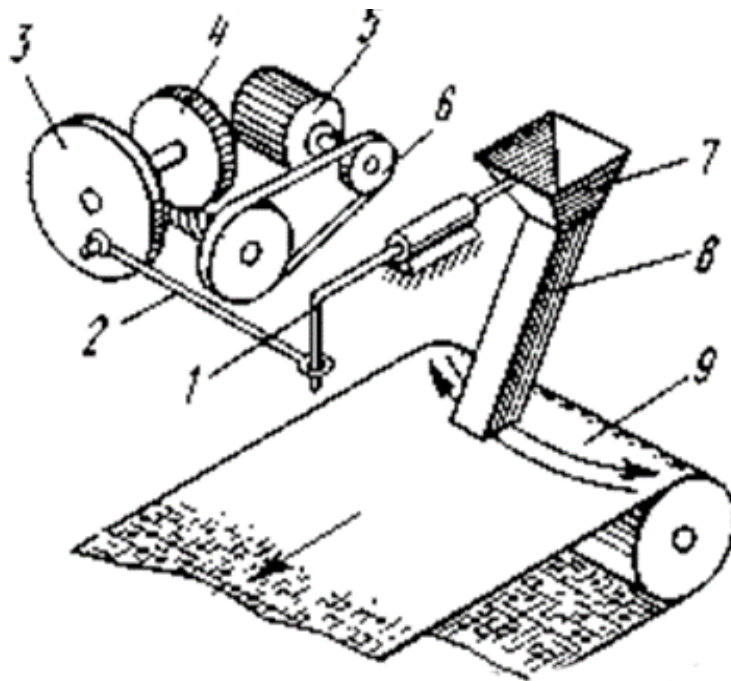


Рисунок 24 – Раскладчики короткорезанных изделий с качающейся трубой:

*1 – коромысло; 2 – тяга; 3 – кулачковое колесо; 4 – червячная пара;
5 – электродвигатель; 6 - клиноременная передача;
7 – загрузочная воронка; 8 – труба; 9 – транспортер.*

Сырые короткорезанные изделия подаются в загрузочную воронку 7, откуда по трубе 8, совершающей качательные движения с амплитудой около 2 м, распределяются по поверхности транспортера 9 сушилки.

Качание трубы осуществляется коромыслом 1, которое связано с кулачковым колесом 3 тягой 2. Последнее приводится во вращение от электродвигателя 5 через клиноременную передачу 6 и червячную пару 4.

Не требует большого места над сушилкой раскладчик с качающим транспортером. Его схема показана на рисунке 25.

Транспортер подачи сырых изделий 2 на верхнюю ленту 1 сушилки совершает качательные движения с амплитудой около 2 метров при помощи кулачкового механизма, привод которого может быть аналогичен приводу предыдущего раскладчика. Движение подающего транспортера осуществляется от электродвигателя 5 через редуктор 4, смонтированных на основании 3.

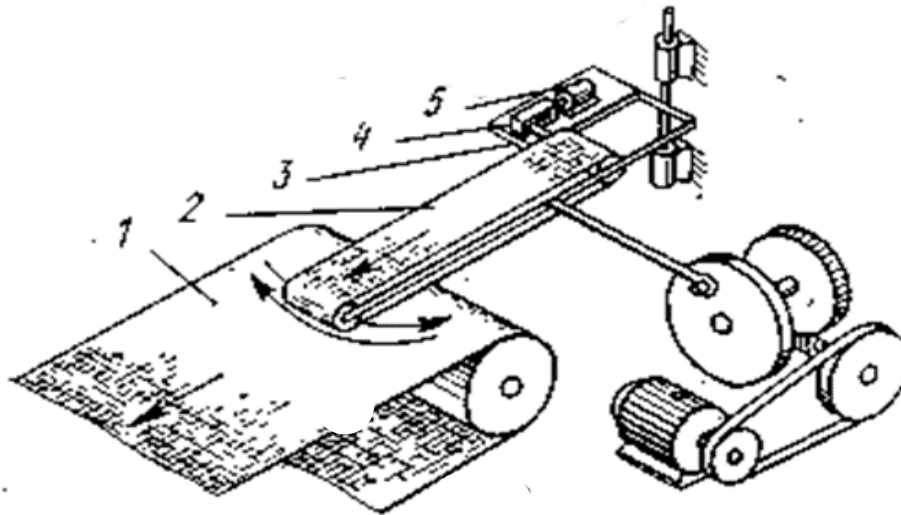


Рисунок 25 – Раскладчики короткорезанных изделий с качающейся трубой с качающимся транспортером:

1 – верхняя лента; 2 – транспортер; 3 – основание; 4 – редуктор; 5 – электродвигатель.

Маятниковый раскладчик

Его схема показана на рисунке 26. Маятниковый раскладчик применяется при вертикальных схемах расположения технологического оборудования.

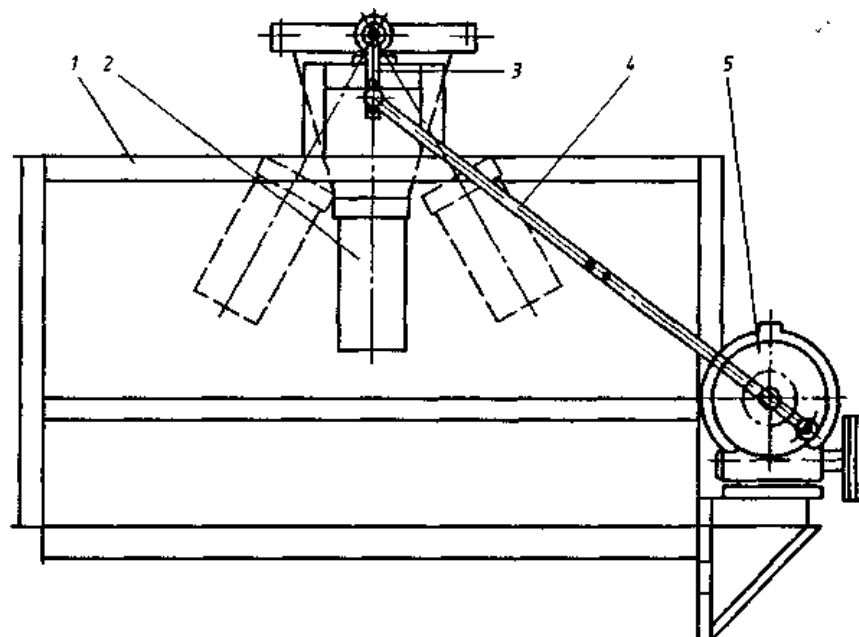


Рисунок 26 – Маятниковый раскладчик:

1 – рама; 2 – воронка с трубой; 3 – рычаг;
4 – кривошипно-шатунный механизм; 5 – червячный редуктор.

Он представляет собой приемную воронку с трубой 2, укрепленной на осях в подшипниковых узлах. Качание раскладчика относительно

горизонтальной оси осуществляется от электродвигателя, клиноременной передачи через червячный редуктор 5 и кривошипно-шатунный механизм 4. Рычаг 3 привода имеет прорези. Изменяя плечо рычага, можно регулировать амплитуду качания раскладчика. Частоту качания подбирают с помощью сменных шкивов. Привод и раскладчик устанавливают на сварной раме 1 над верхней лентой сушилки.

Ленточный раскладчик в линии фирмы «Брайбанти» устанавливается над верхней лентой конвейерной сушилки. Его устройство показано на рисунке 27.

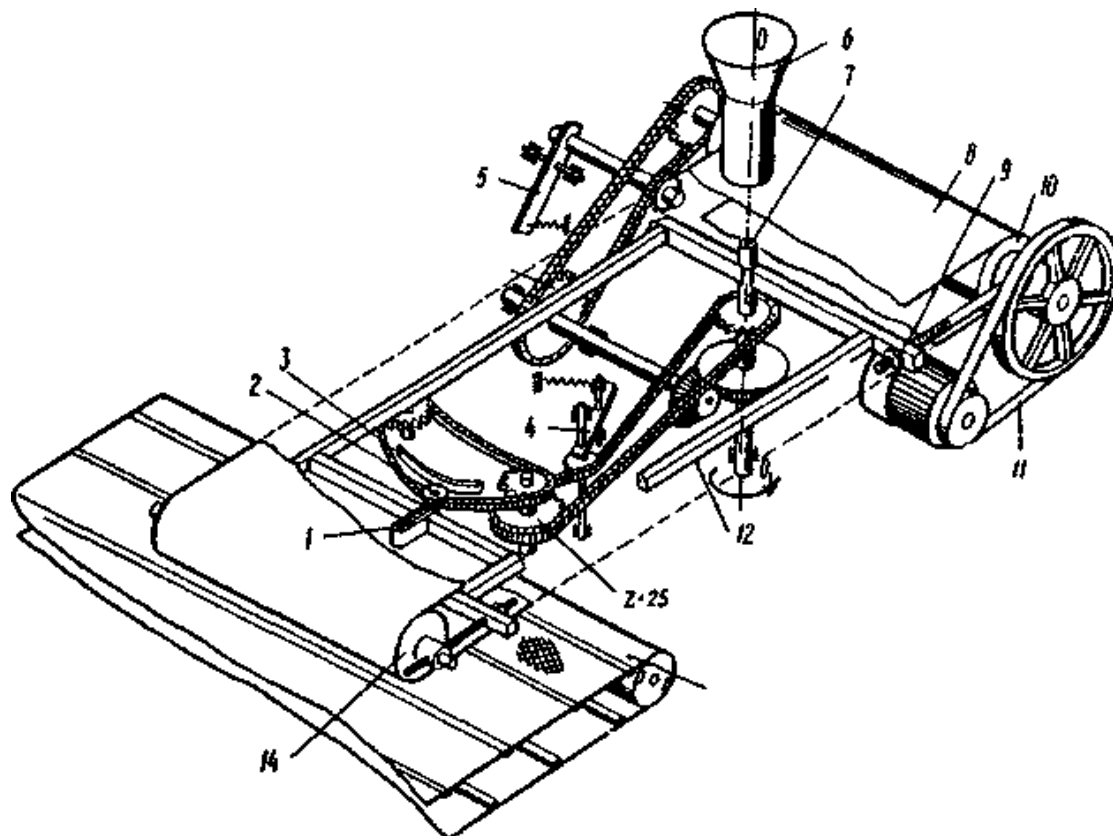


Рисунок 27 – Ленточный раскладчик в линии фирмы «Брайбанти»:

1 – водила; 2 – ролик; 3 – направляющая; 4, 5 – цепная передача с натяжным устройством;
6 – воронка; 7 – вертикальный вал; 8 – ленточный конвейер;
9 – винтовое устройство; 10 – вал; 11 – клиноременная передача; 12 – рама.

Он служит для равномерного распределения изделий, поступающих из воронки 6, по всей ширине ленты.

Ленточный конвейер 8 имеет приводной 10 и натяжной 14 валы. Натяжение ленты осуществляется с помощью винтового устройства 9. Привод конвейера обеспечивает одновременно движение ленты со скоростью 0,6 м/с и ее качательное движение с угловым перемещением 50-60° в горизонтальной плоскости.

Вращение приводного барабана конвейера осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу 11 на вал 10. С

противоположного конца вала приводного барабана через цепную передачу с натяжным устройством 5 и конический редуктор вращение передается на вертикальный вал 7. От него с помощью двух последовательно установленных цепных передач с натяжным устройством 4 и водила 1 движение передается кронштейну. Возвратно-поступательное движение водила осуществляется с помощью цепи, на одном из звеньев которой закреплен ролик 2, перемещающийся по направляющей 3. Жесткое крепление кронштейна водила к раме 12 конвейера обеспечивает его качание в горизонтальной плоскости.

Амплитуду качания конвейера можно изменить путем перестановки сменной звездочки ($z = 25$).

Конструкция раскладчика позволяет регулировать ширину распределения продукта на ленте 13 сушилки путем совместного перемещения оси 00; приближение к ней увеличивает сектор распределения поступающего на ленту продукта, а удаление - уменьшает.

Оборудование для резки и раскладки длинных макаронных изделий

Оборудование для резки и раскладки длинных макаронных изделий по своему назначению можно разделить на три типа: к первому относятся установки для резки и раскладки макарон в лотковых кассетах; ко второму - установка, обеспечивающая резку и развешивание длинных макаронных изделий на бастуны; к третьему — установка для резки макарон на роликовом конвейере и раскладки их на рамки.

Оборудование первого типа применяется для резки и раскладки длинных макарон различного диаметра.

На некоторых предприятиях эксплуатируется большое количество устройств для ручной резки и раскладки макарон в лотковые кассеты, получивших название «катающиеся» или «маятниковые» столы.

Установки второго типа «двойной саморазвес» для резки и развешивания длинных макаронных изделий на бастуны работают в составе автоматизированных линий Б6-ЛМВ и Б6-ЛМГ. Бастун представляет собой полую алюминиевую трубку длиной 2000 мм, сплюсненную с боков для придания необходимой жесткости. В торцах трубки закреплены цапфы, с помощью которых бастун опирается на цепи конвейеров.

Установки третьего типа «расстилочная машина» для резки на роликовом транспортере и перекладки нарезанных макарон на сушильные рамки работают в автоматизированной линии фирмы «Бассано».

Вне классификации стоит машина для съема и резки высушенных макарон, которая работает в автоматизированных линиях Б7-ЛМГ и Б6-ЛМВ.

Машина для резания и раскладки макарон в лотковые кассеты ЛРМ

Она предназначена для резки отформованных макарон на два пучка длиной по 245 мм. Ее схема показана на рисунке 28.

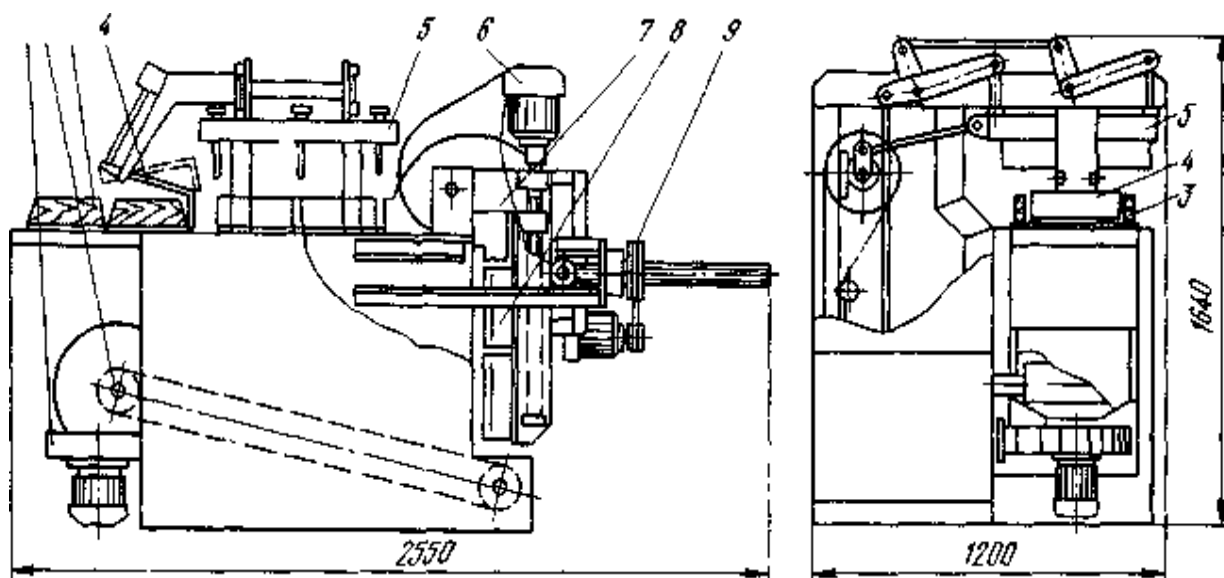


Рисунок 28 – Машина ЛРРМ:

*1 – измельчитель обрезков; 2 – ленточный конвейер; 3 – пустые кассеты;
4 – шторки-отсекателя; 5 – механизм резки; 6, 9 – привод; 7 – маятниковый стол;
8 – передвижной лоток.*

Происходит механическая укладки макарон в одну или две одинарные лотковые кассеты 3 шириной 365 мм.

Устанавливаются между опорами пресса с круглой матрицей. Машина работает как в ручном, так и в автоматическом режиме и состоит из следующих основных узлов: маятникового стола 7 с приводом 9, передвижного лотка 8 с приводом 6, механизма резки 5, шторки-отсекателя 4, ленточного конвейера 2, измельчителя обрезков 1.

Маятниковый стол 7 предназначен для перевода пряди макарон, выходящей из матрицы пресса, из вертикального положения в горизонтальное и подачи ее под механизм резки. Он установлен на двух опорах скольжения и поворачивается на 90° в вертикальной плоскости.

Механизм поворота состоит из опоры, перемещающейся в горизонтальных направляющих винтовой пары, клиноремненной передачи и электродвигателя. Фиксирование стола в горизонтальном и вертикальном положениях осуществляется с помощью двух конечных выключателей.

Передвижной лоток 8 представляет собой двойную сушильную кассету, изготовленную из нержавеющей стали толщиной 4 мм, с вырезами в бортах для прохода ножей. Дно лотка покрыто листом фанеры толщиной 8-10 мм. Лоток жестко крепится на раме, в нижней части которой установлена гайка.

Над передвижным лотком 8 находится механизм резки 5, который представляет собой раму с тремя параллельно закрепленными пластинчатыми ножами. Узел ножевой рамы имеет устройство для фиксации положения макарон в кассетах, что обеспечивает качественный срез изделий. Ленточный конвейер 2 обрезков макарон приводится в движение от привода ножевой рамы.

Машина работает циклично. В исходном положении маятниковый стол 7 с установленным на нем передвижным лотком 8 находится в вертикальном положении. Как только прядь отформованных макарон достигнет необходимой длины, реле времени включает механизм подъема маятникового стола, он поворачивается вместе с прядью и занимает горизонтальное положение. В этот момент ножевая рама опускается, разрезает прядь макарон на две части и вновь поднимается.

Затем лоток вместе с отрезанной прядью движется вперед и останавливается над пустыми кассетами 3. Шторка-отсекатель 4 опускается вниз и преграждает обратный ход макаронам, лоток возвращается в исходное положение, а макароны остаются в сушильных кассетах. Затем маятниковый стол возвращается в исходное положение. Цикл работы машины в зависимости от скорости формования изделий длится 28-30 с.

Когда маятниковый стол примет исходное положение, кассеты с макаронами устанавливают на конвейер, который подает их в сушилку. Пустые кассеты вновь поступают под загрузку. При этом можно размещать две одинарные или одну двойную сушильные кассеты. Обрезки макарон ленточным конвейером направляются в измельчитель, из которого пневмотранспортом подаются в тестосмеситель прессы [14].

Контрольные вопросы

1. Какое оборудование используют для раскладки короткорезанных изделий?
2. Какой принцип действия маятникового раскладчика?
3. Как регулируется амплитуда качания ленточного раскладчика в линии фирмы «Брайбанти»?
4. На какие типы делят оборудование для резки и раскладки длинных макаронных изделий?
5. Опишите основные технические узлы и принцип действия машины ЛРРМ.

13 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сырые отформованные макаронные изделия направляются на сушку до стандартной влажности 12,5%, что обеспечивает их длительное хранение. В зависимости от форматов макаронных изделий применяют различные типы сушилок, входящие в состав поточных линий.

Существуют линии для производства длинных, коротких макаронных изделий и линии для производства изделий в форме мотков или гнезд, каждая из которых имеет сушилки и охладители, оснащенные специальной и индивидуальной системами транспортировки продукта, обеспечивающими непрерывный и автоматический процесс сушки; а также последующее производство до упаковки.

По традиционной технологии макаронного производства процесс сушки продукта проводится в три фазы: предварительная сушка, отволаживание и окончательная (основная) сушка.

В современных процессах, где используются высокие и сверхвысокие температурные режимы, сушка проводится в две фазы: предварительная сушка (инкартаменто) и основная сушка.

В таких линиях фаза предварительной сушки осуществляется в отдельно изолированном ярусе или секторе, являющемся составной частью всего сушильного комплекса, оснащенного единой транспортной связью.

Например, в линиях для производства спагетти с сушкой изделий на бастунах их транспортировка по всем зонам сушки осуществляется единым цепным конвейером. Существуют и другие системы транспортирования длинных изделий (мотки, гнезда), когда после формования отрезается нужная длина пряжи, укладываемая в специальные цилиндрические контейнеры (сушилки Ролинокс фирмы «Басано» и фирмы «Паван»), которые затем с помощью специального конвейера проходят все фазы сушки.

В линиях для коротких макаронных изделий транспортировка продукта и его сушка осуществляются на ленточных конвейерах. Другой способ транспортировки продукта - в барабанных сушилках, разделенных по образующей на сектора, которые состоят из отдельных ячеек.

При вращении барабана изделия проходят по траектории, напоминающей спираль, последовательно все ячейки. Транспортировка макаронных изделий в форме гнезд также может быть обеспечена с помощью рамок или в специальных контейнерах, закрепленных на конвейерной ленте (конструкции фирмы «Паван»).

Отличительными особенностями линий для производства коротких и длинных макаронных изделий является наличие трабатто на линии коротких изделий и саморазвеса на линии длинных изделий. Обе эти машины установлены перед предварительными сушилками. На линии для производства макаронных изделий в форме гнезд или мотков перед предварительной сушилкой установлена гнездоформирующая или моткоформирующая машина.

Кроме различных конструктивных решений и вариантов транспортирующей части оборудования поточных линий, имеются значительные различия в материалах, применяемых для изготовления отдельных узлов и частей сушилок (конвейерные ленты, панели облицовки и материал для термической изоляции, отдельные механические части и т.д.). Особенно это относится к установкам, где используются технологии ВТ и СВТ сушки. В то же время есть много общего в конструкции и функционировании отдельных частей линии и процесса в целом.

В настоящее время предпочтение отдается конструкциям поточных линий, в которых используются высокие и сверхвысокие температурные режимы, а линии с использованием традиционных режимов (с низкой температурой) сняты с производства.

Известно, что внедрение высоких и особенно сверхвысоких температурных режимов сушки продуктов значительно увеличило скорость технологического процесса, и, как следствие, повлияло на последующие разработки и создание новых более современных конструкций поточных линий. При этом значительно сократились габаритные размеры сушильных установок и неси линии в целом.

Для реализации новых технологических процессов и появившихся в этой связи особых условий, повысились требования к материалам и отдельным узлам оборудования (износостойкость, антикоррозионность, теплопроводность и т.д.).

Особенно эффективно в данном направлении оказалось использование нержавеющей стали, которая максимально удовлетворяет всем механическим и гигиеническим требованиям и, что особенно важно, - не агрессивна по химическому составу.

Это последнее свойство материала до недавнего времени почти не принималось во внимание при разработках и конструировании установок с традиционным (низкотемпературной) технологией, которых в настоящее время на макаронных предприятиях находится еще значительное количество.

С внедрением новых технологий значительно повысились требования к качеству используемых материалов и отдельным сборочным единицам (моторы, моторредукторы, вентиляционные установки, клапаны, датчики и т.д.). Кроме того, особое внимание направлено на условия безопасной работы при эксплуатации установок.

Особо следует отметить конструктивные изменения в используемых изоляционных панелях и их креплении, в которых по сравнению с предшествующими эффективно применяются современные синтетические материалы с низким коэффициентом теплопроводности в сочетании с нержавеющей сталью, что значительно сокращает тепловые потери через стенки сушилок и обеспечивает комфортные условия работы обслуживающего персонала.

В современных линиях с использованием режимов ВТ и СВТ сушки появилась необходимость введения дополнительных секций стабилизации и охлаждения (или интенсивного охлаждения) продукта. Эти секции устанавливаются непосредственно за сушилкой или на специальном ярусе, в зависимости от типа и размера линии.

Кроме конструктивных различий отдельных узлов поточных линий каждый производитель (фирма) использует различные формы их внешнего оформления (дизайн), а также способы и порядок сборки оборудования. Так специалисты фирмы «Бюллер» предпочитают конструкции модульного типа, и поточные линии представляют собой автономно собранные установки, связанные между собой транспортирующими механизмами. При этом их сборка и установка отличаются высокой точностью. Фирма «Брайбанти», напротив, использует традиционные методы сборки по классической схеме: предварительная сушилка, окончательная сушилка, накопитель и другие машины, сгруппированные в единую структуру.

Аналогичная схема сборки частично используется и фирмой «Паван», линии которой в отличие от линий других фирм более компактны, а линии длинных макаронных изделий имеют камеры «Рототерм», устанавливаемые между предварительной и основной сушилками.

Необходимо отметить, что выбор модульных конструкций не является исключительным приоритетом фирмы «Бюллер», такой принцип был использован в линиях Роталинокс фирмы «Паван» (СВТ) и в линиях типа Ромет (ВТ) фирмой «Брайбанти» предназначенных для производства коротких макаронных изделий.

Назначение и классификация сушилок

Сушка макаронных изделий – наиболее длительная стадия процесса их производства. Высушивание обычно заканчивают по достижении ими влажности 13,5-14%, чтобы после остывания перед упаковыванием влажность их составляла не более 13%. Уплотненное макаронное тесто и сырые макаронные изделия относятся к коллоидным капиллярно-пористым материалам. Соблюдение оптимальных режимов сушки влияет на такие показатели качества готовой продукции, как прочность, стекловидность излома, кислотность.

Интенсивное удаление влаги может привести к растрескиванию изделий, чрезмерно длительная сушка на первой стадии удаления влаги - к закисанию изделий, а при сушке в слое – к деформированию или слипанию продукта.

Сушка макаронных изделий осуществляется конвективным способом, т.е. при непосредственном соприкосновении высушиваемого продукта с сушильным агентом, в качестве которого обычно используют нагретый воздух.

При выборе режимов сушки необходимо учитывать две основные особенности макаронных изделий как объекта сушки:

- при снижении влажности изделий от 29-30 до 13-14% происходит сокращение их линейных и объемных размеров (усадка) на 6-8%;
- в процессе высушивания изменяются структурно-механические свойства изделий.

В зависимости от температуры воздуха используют три основных режима конвективной сушки макаронных изделий:

- 1 - традиционные низкотемпературные режимы, когда температура сушильного воздуха не превышает 60°C;
- 2 - высокотемпературные режимы, когда температура воздуха на определенном этапе сушки достигает 70-90°C;
- 3 - сверхвысокотемпературные режимы, когда температура воздуха превышает 90°C.

При низкотемпературном режиме сушки макаронные изделия можно сушить при жестких режимах, не опасаясь появления в них трещин, примерно до 20%-й влажности, так как на этом этапе изделия имеют выраженные пластичные свойства. При достижении продуктом этой влажности во избежание растрескивания необходимо проводить высушивание при мягких режимах, медленно удаляя влагу. Особенно осторожно следует удалять влагу на последних этапах сушки по достижении изделиями влажности 16% и ниже, когда материал приобретает свойства упругого тела. Эта особенность изменений структурно-механических свойств макаронных изделий в процессе низкотемпературной сушки обуславливает целесообразность ее проведения в двух последовательно установленных сушильных установках: предварительной и окончательной.

При высокотемпературных и сверхвысокотемпературных режимах сушки, когда температура воздуха превышает соответственно 70 и 90°C, макаронные изделия остаются в пластическом состоянии вплоть до 16-13%-ной влажности (в зависимости от температуры). В этом случае критическая влажность изделий, т.е. момент перехода материала из пластического состояния в упругое, снижается практически до влажности готовых макаронных изделий. Поэтому возникает возможность использования таких режимов на всем протяжении сушки, что значительно сокращает ее продолжительность.

Высокотемпературные режимы способствуют улучшению качества изделий по ряду показателей:

- цвет изделий становится более светлым по сравнению с изделиями традиционной сушки;
- улучшаются варочные свойства макаронных изделий, сокращается продолжительность варки до готовности, снижается клейкость сваренных изделий, улучшается их консистенция;
- происходит практически полная пастеризация макаронных изделий и ликвидируются условия для развития опасных для здоровья человека микроорганизмов.

В отечественной промышленности пока наиболее широко используются низкотемпературные сушильные установки, применение высокотемпературных режимов сдерживается из-за отсутствия специального оборудования и приборов.

Все оборудование для сушки макаронных изделий можно разделить на оборудование для сушки коротких и длинных изделий.

В зависимости от конструкции сушильные установки делятся на барабанные, конвейерные и шкафные, а по принципу действия — на непрерывнодействующие и периодические.

Сушильные установки для макаронных изделий различаются способами размещения высушиваемого материала внутри камеры (рамки, кассеты, бастуны, ячейки) или устройствами для его перемещения.

Оборудование для сушки коротких макаронных изделий

Установка для предварительной подсушки

Установка предназначена для первичной подсушки макаронных изделий, осуществляемой с целью предупреждения их слипания в процессе дальнейшей сушки. Такими установками комплектуются автоматизированные линии для производства коротких макаронных изделий.

Установка для предварительной подсушки фирмы «Брайбанти» состоит из двух одинаковых секций (левой и правой). Секции работают одновременно независимо одна от другой. Они жестко соединены с помощью стяжек и имеют общую обшивку, что придает установке вид единой законченной конструкции. Установка размещается под площадкой пресса, между его опорами. Производительность одной секции 420 кг/ч.

Схема установки показана на рисунке 29.

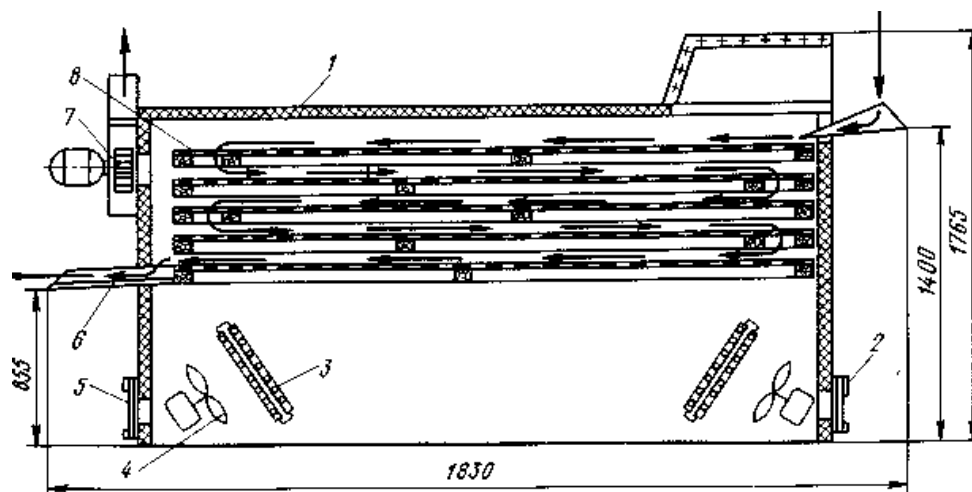


Рисунок 29 – Схема установки «Брайбанти» для предварительной подсушки:

1 - каркас; 2, 5 - шиберы; 3 - калориферы; 4 - осевой вентилятор;

6 - лоток; 7 - центробежный вентилятор, 8 - сита.

Основными узлами установки являются блок сит с механизмом привода и система обогрева и вентиляции.

Каждая секция имеет сварной каркас 1, выполненный из стального уголкового проката. Внутри каждой секции расположено одно над другим пять металлических вибрирующих сит 8.

Каждое сито представляет собой сетку из нержавеющей стали, натянутую на деревянную раму прямоугольной формы и закрепленную в металлическом каркасе.

В концах каждого из четырех верхних сит (по ходу продукта) имеются прямоугольные окна, через которые сырые изделия пересыпаются сверху вниз с сита на сито. Нижнее сито соединено с лотком 6, который выступает за пределы камеры с противоположной от загрузки стороны.

На стенке каркаса со стороны выгрузки изделий закреплен привод сит, состоящий из электродвигателя клиноременной передачи с двухступенчатыми шкивами, эксцентрикового вала и двух пар шатунов.

Первая пара шатунов соединена с набором из первого, третьего и пятого сит, вторая – с набором из второго и четвертого сит. При работе установки наборы сит совершают возвратно-поступательное движение в противоположных направлениях относительно друг друга, что обеспечивает перемещение сырых изделий по первому, третьему и пятому ситам вперед, по второму и четвертому – в обратном направлении.

Таким образом, перемещаясь по ситам сверху вниз, сырой продукт последовательно в течение 3 мин проходит путь около 10 м, за это время из изделий удаляется до 2% влаги.

На торцовых сторонах каркаса камеры каждой секции под ситами установлено по два калорифера 3 и по два осевых вентилятора 4. В калориферы подается горячая вода (90°C) в количестве 2,5 м³/ч. Вентиляторы непрерывно подают горячий воздух, нагнетая его сквозь блок сит. Воздух забирается из помещения цеха через регулирующие шиберы 2 и 5 в обшивке камеры.

Установленный на торцовой стенке секции камеры центробежный вентилятор 7 предназначен для удаления избытка влажного отработавшего воздуха из секции.

Обшивка камеры состоит из деревянного каркаса, облицованного с внутренней стороны древесноволокнистыми плитами толщиной 3 мм, с другой стороны — бумажно-слоистым пластиком. Между ними проложен термоизоляционный материал — пенопласт. Стенки камеры изготовлены съемными.

Конвейерные сушилки

Сушилка СПК-4Г-45 показана на рисунке 30. Состоит из следующих основных частей: пяти ленточных конвейеров 4, двух приводных колонок 12, паровых калориферов 2, вентиляционной системы 9 и пульта управления сушилкой.

Каркас 1 сушилки сборный металлический снаружи облицован металлическими щитами, имеет двери. Толщина слоя термоизоляционного

материала 42 мм. Для наблюдения за процессом сушки продукта, отбора проб, очистки сеток и ремонта с боковых сторон сушилки установлены съемные щиты с окнами 7, а с торцовых сторон — двери.

Внутри сушилки один под другим расположены пять пар барабанов, диаметр каждого 340 мм, на которые натянута металлическая сетчатая лента 3 шириной 2000 мм из нержавеющей стали, при этом общая сушильная поверхность лент 45м². Каждая пара барабанов относительно другой смещена по длине, что позволяет продукту пересыпаться с ленты на ленту.

Для очистки поверхности барабанов от налипающего продукта на всех пяти натяжных барабанах установлены скребки.

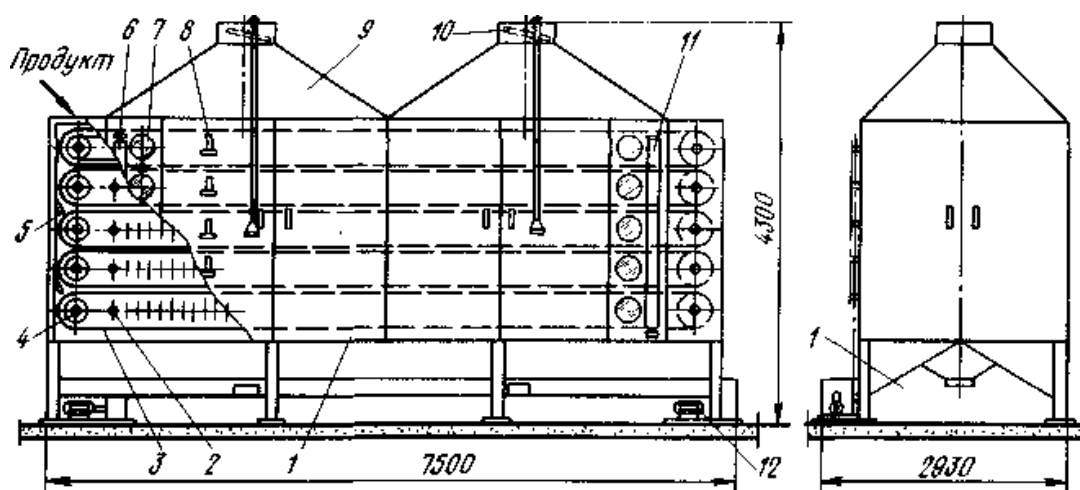


Рисунок 30 – Сушилка СПК-4Г-45:

- 1 – каркас; 2 – калорифер; 3 – сетчатая лента; 4 – ленточный конвейер; 5 – шибера;
6, 11 – коллектор; 7 – окно; 8 – угловой термометр;
9 – вентиляционная система; 10 – шибера; 12 – приводная колонка.

В местах ссыпки продукта с верхней ленты на нижнюю установлены поворотные направляющие шибера 5.

Сушилка обогревается паровыми ребристыми калориферами, расположенными между ведущей и ведомой ветвями сетчатых лент всех пяти конвейеров. Калорифер 2 каждого конвейера состоит из двух последовательно соединенных батарей.

Каждая батарея представляет собой две продольные трубы диаметром 44,5/39,5 мм с отверстиями, в которые вставлено 16 поперечных труб диаметром 38/33 мм. На поперечных трубах навиты металлические полосы шириной 30 мм и толщиной 1 мм так, что образуются ребра в количестве 100 на 1 м длины трубы.

Поверхность нагрева каждого калорифера 140м², общая поверхность калориферов сушилки 700м². Источником тепла для калориферов служит пар, который поступает от паросиловой установки под давлением 0,3-0,8 МПа по трубопроводу через регулирующий клапан, впускной коллектор 6, а от него через впускные вентили к каждому ярусу калориферов.

Контроль за давлением пара, поступающего в сушилку, осуществляется манометрами ОБ М-160, установленными на впускном и выпускном *11* коллекторах.

Сушилка оборудована вентиляционной системой, которая представляет собой две вытяжные камеры, изготовленные из листовой стали толщиной 1,5 мм. В каждой камере находится по одному осевому вентилятору. Внутри вытяжных камер перед осевыми вентиляторами установлены поворотные шиберы 10, с помощью которых можно изменять количество проходящего обработавшего воздуха.

Предварительная сушилка фирмы «Брайбанти» представляет собой закрытый туннель, образованный жестким каркасом из профилированной стали и облицованный термоизоляционными панелями. Внутри камеры размещаются одна над другой девять горизонтальных сетчатых конвейерных лент. В ней за короткий промежуток времени удаляется до 8% влаги из изделий. Она состоит из раскладчика, Девяти ленточных конвейеров с механизмом привода вибрационного лотка, системы блокировки, вентиляции и обогрева. Кинематическая схема привода ленточных конвейеров предварительной сушилки «Брайбанти» показана на рисунке 31.

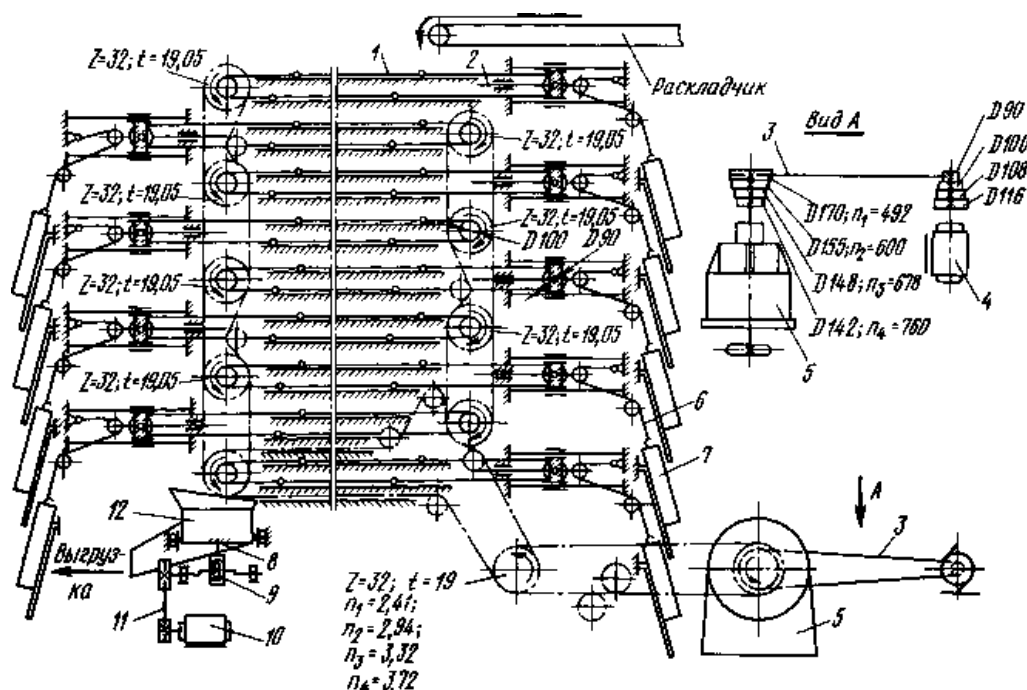


Рисунок 31 – Кинематическая схема привода ленточных конвейеров предварительной сушилки «Брайбанти»:

1 – лента; 2 – штанга; 3, 11 – клиноременная передача; 4, 20 – электродвигатели;
5 – редуктор; 6 – трос; 7 – груз; 8 – шатун; 9 – эксцентрик; 12 – лоток.

Привод ленточных конвейеров осуществляется от электродвигателя 4 мощностью 0,6 кВт, с частотой вращения 960 об/мин через клиноременную передачу 3, планетарный редуктор 5 и систему цепных передач. За один

оборот барабан перемещает ленты *1* на два шага, т. е. на два расстояния между смежными профилями (270 мм).

Все ленточные конвейеры имеют одинаковую скорость, которую с помощью клиноременной передачи можно устанавливать равной 0,0126; 0,0154; 0,0173 и 0,0195 м/с. Это обеспечивает продолжительность нахождения изделий в сушилке: максимальную — 84 мин, минимальную — 55 мин.

Натяжение каждой ленты обеспечивается грузом *7*, скользящим по направляющей, подвешенным на тросе *6* через систему роликов. Вес груза (10 Н) постоянно действует на натяжной барабан, имеющий возможность перемещаться на штангах *2*.

С нижнего яруса ленточного конвейера изделия поступают в вибрационный лоток. Он представляет собой стальной каркас, обшитый листовым алюминием; подвешен к каркасу сушилки на деревянных планках.

Привод лотка *12* осуществляется от электродвигателя *10* мощностью 0,4 кВт, с частотой вращения 910 об/мин через клиноременную передачу *11* и эксцентрик *9* приводного вала на шатун *8*, шарнирно соединенный с помощью специального кронштейна с лотком. Лоток выгружает изделия из сушилки с противоположного от загрузки торца.

На рисунке 32 показаны элементы ленточного конвейера сушилки.

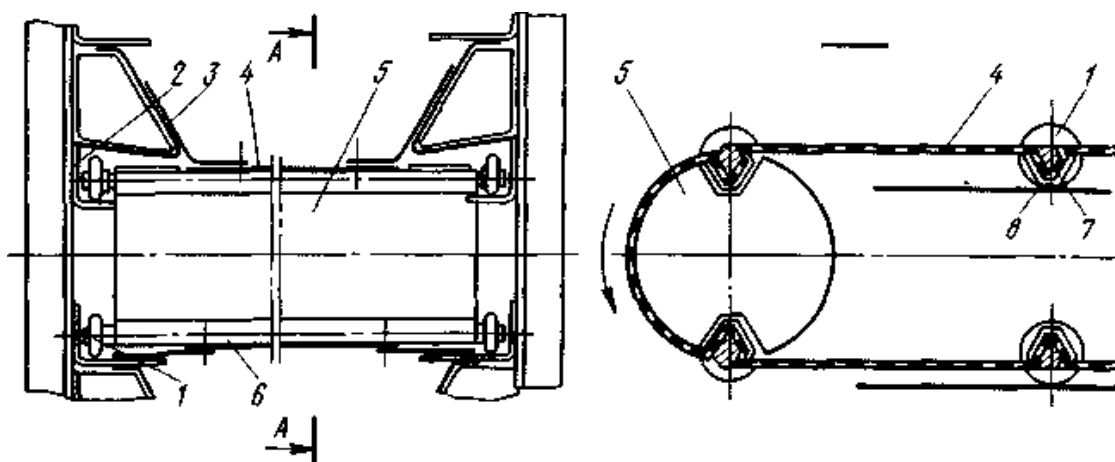


Рисунок 32 – Элементы ленточного конвейера предварительной сушилки «Брайбанти»:

1 – ролик; *2* – уголок; *3* – щиток; *4* – лента; *5* – барабан;
6 – холостая ветвь; *7* – стержень; *8* – профиль.

Каждый конвейер имеет приводной и натяжной барабаны диаметром по 86 мм с натянутой на них сетчатой лентой *4* из синтетического материала. Барабаны *5* имеют по две продольные канавки. Полотно сетчатой ленты через каждые 135 мм (длина полуокружности барабана) зажато алюминиевыми стержнями *7* в специальные профили *8*, аналогичные профилям канавок на барабанах. Стержни имеют несколько большую, чем барабаны, длину, и на концах установлены полиамидные ролики *1*.

При вращении барабанов профили входят в канавки барабанов, обеспечивая жесткое зацепление ленты с барабанами. Ролики при движении ленты катятся по направляющим уголкам 2, прикрепленным к внутренним боковым стенкам каркаса сушилки. Такая конструкция обеспечивает ленте достаточную жесткость от провисания в поперечном сечении и минимальное сопротивление от трения при движении. Для предотвращения просыпания изделий по краям ленты установлены щитки 3.

Система вентиляции и обогрева сушилки состоит из сдвоенного вентилятора, калорифера, вытяжного вентилятора с жалюзи и труб обогрева пола. Подсос воздуха регулируется вручную заслонкой в окне щита. Воздух нагнетается вентиляторами через трубчатые калориферы в торцовую часть сушилки зоны загрузки, проходит над слоем изделий и выходит в торцовую часть зоны выгрузки, откуда частично поступает на рециркуляцию, а частично отсасывается вытяжным вентилятором через жалюзи в цех. Сушка изделий осуществляется при температуре 33-47°C и относительной влажности воздуха 60-70%. Теплоносителем для подогрева воздуха служит горячая вода температурой 90°C.

Наружная обшивка предназначена для уменьшения тепловых потерь и для декоративного оформления. Она выполнена из отдельных щитов, скрепленных между собой и с каркасом. Потолочные щиты состоят из деревянного каркаса, обшитого с двух сторон твердой древесноволокнистой плитой. Пространство между плитами заполнено заливочным пенопластом ФПП-1.

Торцовые и боковые стороны сушилок облицованы щитами двух типов: каркасными и бескаркасными. Каркасные щиты имеют деревянную раму. С лицевой стороны они обшиты декоративным бумажно-слоистым пластиком, с внутренней — твердой древесноволокнистой плитой.

Пространство между щитами заполнено пенопластом. По периметру щиты окантованы поливинилхлоридным профилем. Бескаркасный щит заполнен пенополиуретаном и имеет несколько отличный по сечению окантовочный профиль.

В щитах обшивки предусмотрены двери, люки и окна, позволяющие обеспечить свободный доступ к механизмам сушилки для их обслуживания.

Окончательная сушилка фирмы «Брайбанти» предназначена для окончательной сушки коротких макаронных изделий до стандартной влажности

Отличительные особенности конструкции сушилки, следующие:

- сушка изделий производится на 11 ленточных конвейерах, которые имеют различную скорость движения. Это достигается за счет различного числа зубьев на звездочках ведущих барабанов и ступенчатого регулирования привода с помощью клиноременной передачи на четыре диапазона.

- изменяя передаточное отношение привода, можно устанавливать следующие скорости движения лент конвейеров: первого – 0,0046- 0,007 м/с;

второго и третьего – 0,004-0,0061 м/с; четвертого и пятого – 0,0038-0,0058 м/с; шестого, седьмого и восьмого – 0,0036-0,0054 м/с; девятого, десятого и одиннадцатого - 0,0034-0,0052 м/с.

- скорости движения лент обеспечивают максимальную продолжительность окончательной сушки 10,5 ч, минимальную – 6,8 ч. Вследствие уменьшения линейных скоростей конвейеров от верхней ленты к нижней постепенно увеличивается толщина слоя изделий на лентах сушилки. Это способствует снижению интенсивности удаления влаги из материала на последнем этапе сушки. Сушка осуществляется при более мягких технологических режимах.

Система вентиляции и подогрева воздуха в окончательной сушилке фирмы «Брайбанти» показана на рисунке 33.

Она состоит из четырех групп осевых вентиляторов 4 с индивидуальными электродвигателями, калориферов 1 из ребристых труб, находящихся перед вентиляторами, и труб обогрева пола. Каждая группа имеет четыре вентилятора, расположенных один над другим по вертикальной оси.

Группы вентиляторов установлены симметрично по две с правой и с левой сторон сушилки между каркасом туннеля и наружной обшивкой. Вентиляторы подают воздух через калориферы двумя потоками, направленными навстречу друг другу по правой и левой сторонам сушилки.

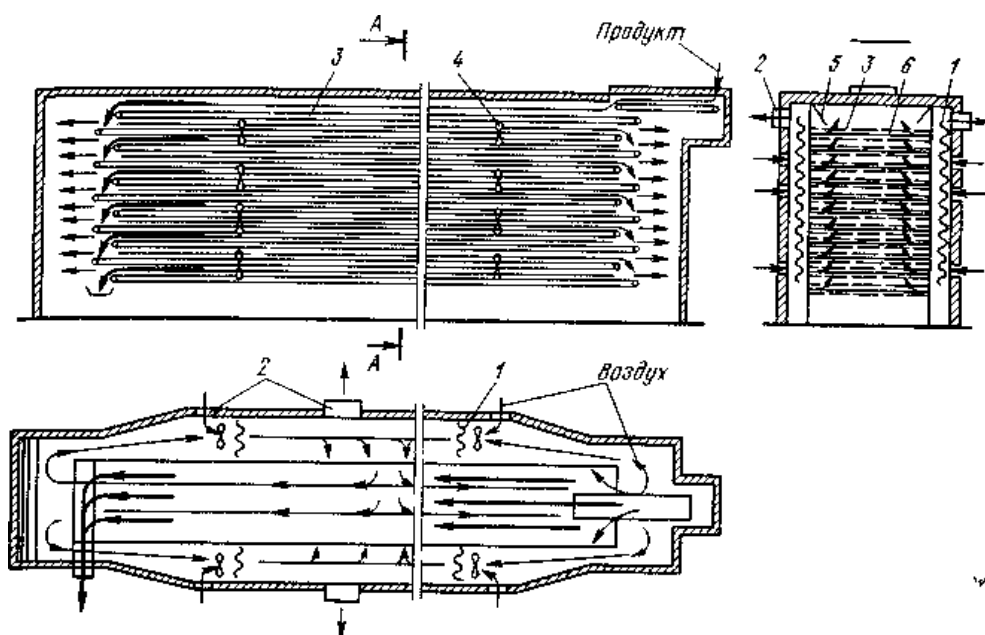


Рисунок 33 – Схема окончательной сушилки «Брайбанти»:

1 - калорифер; 2 - шиберы; 3 - конвейеры; 4 - вентилятор;
5 - боковой щиток; 6 - потолочный щиток.

Далее подогретый воздух поступает под рабочие ленты всех конвейеров 3, проходит через сетчатую ленту каждого конвейера и слой изделий, затем проходит между слоем изделий и холостой ветвью соседнего верхнего конвейера к обеим торцовым стенкам сушилки, обдувая изделия сверху.

Из торцовых частей сушилки воздух засасывается теми же вентиляторами на рециркуляцию.

Подсос свежего воздуха в сушилку из помещения и выброс влажного воздуха из сушилки в помещение производятся через отверстия в боковых стенках сушилки с помощью шиберов 2 и заслонок.

Шиберы и заслонки для подсоса и выброса воздуха открываются и закрываются одновременно при помощи САР, обеспечивая поддержание температуры и относительной влажности сушильного воздуха на заданных уровнях.

Температура сушильного воздуха в сушилке 40-45°C, относительная влажность 70-80%. Толщина слоя изделий на лентах не более 45 мм, ширина –1660 -1820 мм.

Барабанные сушилки

Барабанная сушилка «Ромет» устанавливается в автоматизированной линии итальянской фирмы «Брайбанти».

Сушилка «Ромет» показана на рисунке 34.

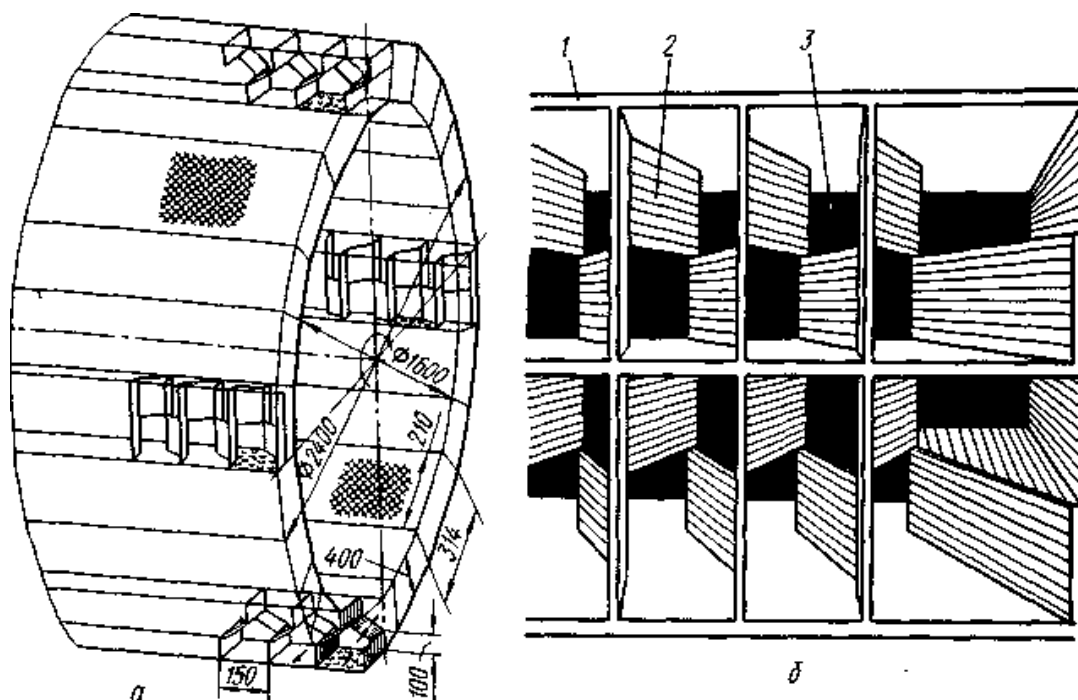


Рисунок 34 – Барабанная сушилка фирмы «Ромет»:

а – схема; б – ячейки; 1 – перегородка; 2 – профиль; 3 – окно.

Она представляет собой два сетчатых цилиндра диаметром 1600 и 2400 мм, вставленных один в другой. Крепление цилиндров между собой осуществляется с помощью ободов и 24 поперечных стяжек. Для придания конструкции необходимой жесткости по наружному периметру барабана установлено шесть обручей со специальными зажимными устройствами.

Внутреннее пространство между цилиндрами разделено металлическими перегородками, а каждая секция по всей длине -

специальными изогнутыми профилями 2 на отдельные ячейки с окнами 3 (50 ячеек).

Такая конструкция обеспечивает при вращении барабана пересыпание продукта в ячейках и постепенное его движение вдоль секции. За один оборот барабана изделия пересыпаются из одной ячейки в другую, за 50 оборотов барабана изделия проходят последовательно все ячейки одной секции.

Для обеспечения необходимых технологических режимов сушильного процесса все четыре последовательно установленных барабана закрыты теплоизолирующими панелями.

Между верхним перекрытием и сушильными барабанами расположены осевые вентиляторы и батареи калориферов. На каждую сушилку приходится шесть осевых вентиляторов и по одному центробежному отсасывающему вентилятору (установлен на верхнем перекрытии). Обеспечение горячей водой всей системы линии осуществляется насосом мощностью 1,1 кВт.

Регулировка количества свежего воздуха, забираемого в сушилку, и выброс отработавшего осуществляются автоматически в заранее заданных соотношениях.

Для этого в верхнем перекрытии над каждой сушилкой имеется по три отверстия для забора свежего воздуха, каждый из которых перекрывается шиберами при помощи системы тяг и редуктора. На всасывающем патрубке центробежного вентилятора также установлен шибер.

Продукт в первый сушильный барабан из вибрационного подсушителя поступает по двум вибрирующим лоткам. Для этого в обшивке торцевой части сушильного туннеля предусмотрено два загрузочных окна размером 300х400 мм.

Концы вибрирующих лотков установлены на гибких вертикальных опорах на полу помещения. Передача продукта из одной сушилки в другую осуществляется с помощью перегрузочного устройства, которое имеет сборные вертикальный и наклонный лотки.

Шкафные сушилки

Для сушки короткорезанных изделий могут быть использованы бескалориферные шкафные сушилки (конструкции рассматриваются далее). В этом случае изделия распределяют слоем 2-3 см на сетчатых рамках, которые друг над другом устанавливаются в сушилку.

Однако для этих целей в настоящее время большое распространение в цехах небольшой производительности получили шкафные сушилки разнообразных конструкций с индивидуальными воздухонагревателями: чаще – электрическими с батареей ТЭНов мощностью 3-8 кВт, реже — паровыми калориферами.

Принцип высушивания - вентилятор осуществляет непрерывное движение воздуха внутри шкафа, прогоняя его над поверхностью изделий, рассыпанных на рамках.

Однако в данном случае шкаф закрывается дверцами, и благодаря наличию воздухонагревателя (обычно перед вентилятором) и отверстий с шиберами для регулирования подсоса свежего воздуха и выброса части отработавшего воздуха в шкафу можно устанавливать необходимые режимы сушки с температурой воздуха до 60-65°C и относительной влажностью до 80% (за счет испарившейся из изделий влаги). В связи с этим имеется возможность, с одной стороны, варьировать параметры сушки в широких диапазонах и, с другой стороны, поддерживать их на заданном уровне с достаточной степенью точности.

Для сушки короткорезанных изделий в закрытых шкафных сушилках можно применять разнообразные варианты режимов, например:

- сушка с постоянной сушильной способностью воздуха при температуре 45-50°C и относительной влажности 70-80 % до влажности изделий 13,5-14,4%;

- трехстадийный режим сушки: первая стадия – предварительная сушка при температуре 55-60°C и относительной влажности воздуха 70-80% до влажности изделий 20-22%; вторая стадия – отволаживание в течение 30-45 мин при отключении обогрева и вентиляции и при закрытых дверцах сушилки: влага из изделий при этом не испаряется, происходит выравнивание влажности изделий по всей их массе; третья стадия – окончательная сушка при температуре 40-45°C и относительной влажности воздуха 70-75% до влажности изделий 13,5-14,5 %.

В обоих случаях длительность сушки зависит от формы изделий, толщины слоя изделий на рамках, скорости движения воздуха и определяется экспериментальным путем.

После окончания сушки целесообразно стабилизировать изделия путем медленного остывания в шкафу в течение 2-3 ч при отключенных нагреве и вентиляции, и при закрытых дверцах.

Некоторые фирмы, в частности «Паван» (Италия), предлагают! поставку шкафных сушилок для короткорезанных изделий в комплекте с установкой для первичной подсушки – трабатто.

Назначение этой установки – создание на поверхности сырых короткорезанных изделий подсушенной корочки, препятствующей слипанию изделий в процессе их дальнейшей сушки в слое на рамках.

Оборудование для сушки длинных макаронных изделий

В зависимости от способа размещения изделий внутри сушилки оборудование для сушки длинных макарон можно разделить на три основные группы:

- первая объединяет группу сушилок, где применяется способ сушки макарон в лотковых кассетах. Это шкафные сушилки периодического действия ВВП, 2ЦАГИ-700 и «диффузор». К этой группе относятся механизированные туннельные сушилки Уфимской и Волгоградской макаронных фабрик и ЛС-2А конструкции ПО «Роспищепромавтоматика»;

- вторая группа сушилок конвейерных циклического действия представлена в автоматизированных линиях Б6-ЛМГ, Б6-ЛМВ Ростовского-на-Дону машиностроительного завода и линиях итальянской фирмы «Брайбанти». В данных сушилках применяется подвесной способ сушки макарон на металлических бастунах;

- третья группа конвейерных сушилок непрерывного действия представлена в автоматизированных линиях французской фирмы «Бассано». Здесь применен комбинированный способ сушки макаронных изделий в предварительной сушилке на рамках, в окончательной — в цилиндрических кассетах.

Установки для сушки макарон в лотковых кассетах

В этих сушилках используют лотковые деревянные или металлические кассеты. Они показаны на рисунке 35. Размеры деревянных кассет (в мм): одинарных – 225x365x70, двойных – 454x365x70; вместимость по сухим изделиям в зависимости от ассортимента соответственно 2-2,5 и 4-5 кг.

Металлические кассеты изготавливают из алюминиевых листов размером 225x364x68 мм, массой 0,88 кг. Вместимость кассеты по сухим изделиям 2-2,5 кг.

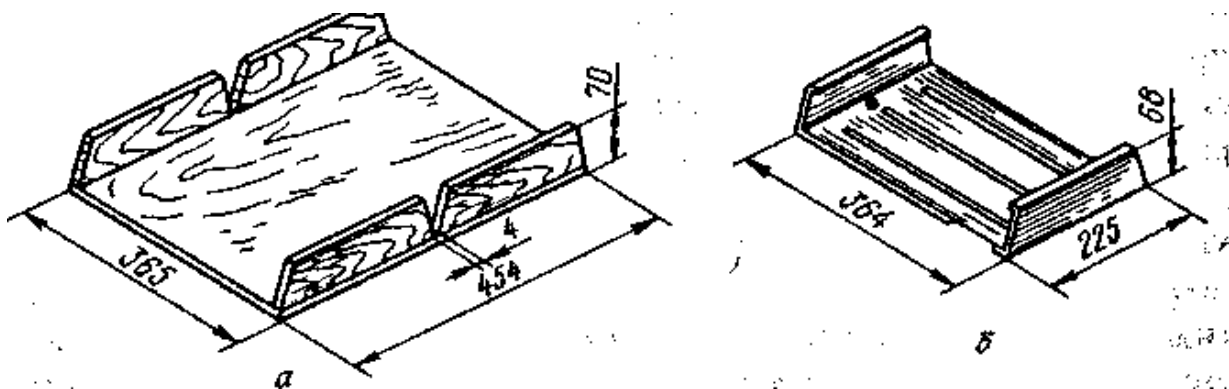


Рисунок 35 – Лотковые кассеты:

a – деревянная двойная; б – металлическая одинарная.

Макаронны сушат, продувая воздух через макаронные трубки, лежащие в кассетах. При этом используется воздух сушильного отделения, параметры которого поддерживаются на постоянном уровне (сушка с постоянной сушильной способностью воздуха), а именно: температура 30-35°C и относительная влажность 65-70%.

Воздух в сушильном помещении нагревается либо от батареи радиаторов отопления, либо калорифером, через который в помещение нагнетается свежий воздух взамен части отсасываемого из помещения увлажненного отработанного воздуха.

Продолжительность сушки при указанных параметрах воздуха должна составлять от 20 (для макарон большого диаметра) до 24 ч (для макарон малого диаметра).

Стремление сократить продолжительность сушки путем использования более сухого воздуха или увеличением скорости движения воздуха приводит к получению большого количества растрескавшихся макарон [15].

С другой стороны, необходимо следить, чтобы влажность воздуха в сушильном отделении не увеличивалась более 70-75% во избежание закисания и плесневения макарон, особенно во внутренних рядах кассет.

Шкафная бескалориферная сушилка ВВП представлена на рисунке 36.

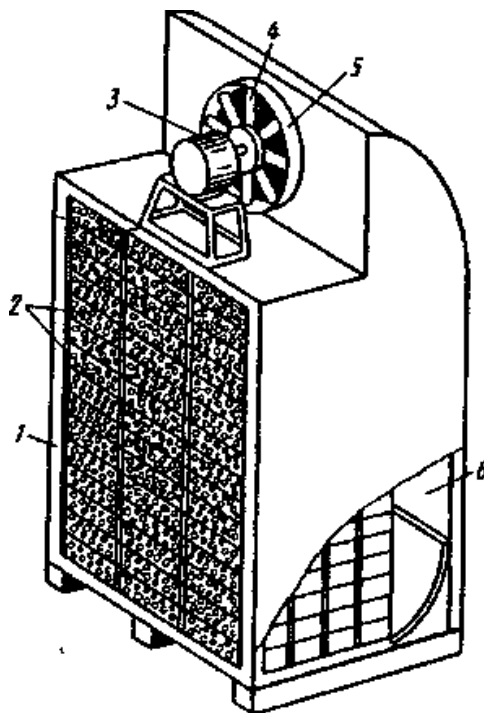


Рисунок 36 – Шкафная бескалориферная сушилка ВВП:

1 – сушильная камера; 2 – кассеты; 3 – электродвигатель;
4 – вентилятор; 5 – коллектор, 6 – канал.

Представляет собой сушильную камеру 1, открытую с одной стороны для загрузки кассет 2. В ее верхней части расположен кожух, в котором установлены реверсивный вентилятор 4 с электродвигателем 3 и коллектор 5 для направления воздуха в вертикальный канал 6. Внутри кожуха установлен осевой реверсивный вентилятор Ц АГИ№ 7.

Каркас сушильной камеры изготовлен из деревянных брусков, обшит фанерой и стянут для прочности болтами.

Для уменьшения потерь напора воздуха при изменении его направления воздушный канал внутри камеры имеет обтекаемую форму. Это уменьшает нежелательные завихрения воздушного потока и позволяет равномерно распределять воздух по сечению камеры.

В камере устанавливается 156 двойных или 312 одинарных кассет. По ширине камера вмещает три ряда кассет, по высоте 26; по длине двойных

кассет вмещается два ряда, одинарных - четыре ряда. Рабочий объем сушильной камеры около 2 м³.

Крыльчатку вентилятора устанавливают в специальном коллекторе обтекаемой формы, направляющем поток воздуха в вертикальный канал. Применение коллектора обеспечивает лучшие условия для работы вентилятора и способствует повышению его КПД. Зазор между крыльчаткой вентилятора и внутренним диаметром коллектора должен быть 2,5-3,5 мм.

Сушка макарон осуществляется при температуре 30-35°C и относительной влажности воздуха 60-70%. Кассеты с макаронами подаются от установки для резки и раскладки макарон или от разделочного стола на конвейере или в вагонетках в сушильное помещение и штабелируются в сушильной камере.

Реверсивный вентилятор вращается в одну сторону, забирает воздух из цеха и, направляя его по вертикальному воздушному каналу, нагнетает под давлением 0,15-0,2 кПа через слой изделия. Затем следует кратковременная остановка вентилятора и вновь его включение с вращением в обратную сторону, при этом направление воздушного потока противоположно первоначальному. Далее цикл повторяется.

Период одного цикла по операциям 90 мин (30+15+30+15). Реверсирование вентиляторов производится при помощи командно-электрического прибора КЭП-12У, устанавливаемого на группу из 5-6 сушилок.

Организация процесса реверсии воздушного потока в сушильной камере позволяет более равномерно высушить продукт по глубине и сечению шкафа. Общая продолжительность процесса сушки 14-16 ч.

Шкафы в сушильных помещениях устанавливают, как правило, в две линии загрузочной стороной друг к другу и с необходимым проходом между ними (2-3 м) для их загрузки и выгрузки.

Производительность сушилки – 36-40 кг/ч.

С целью устранения ручного труда на ряде макаронных предприятий были созданы механизированные поточные линии по производству макарон с сушкой в лотковых кассетах.

Сушилки механизированных поточных линий конструируют из нескольких шкафных аппаратов, устанавливаемых в один или два ряда. С обеих сторон аппаратов (в однорядных сушилках) или между рядами аппаратов (в двухрядных сушилках) медленно перемещаются стопки кассет с высушиваемыми макаронами. Сушилки обычно заключают в кожух, что позволяет интенсифицировать процесс сушки путем использования более высоких температур воздуха – до 40-45°C с одновременным увеличением влажности до 70-75%.

Туннельные сушилки имеют более высокую степень механизации, что позволяет организовать поточное производство и улучшить условия труда в сушильном отделении.

Особенность таких сушилок состоит в том, что кассеты с полуфабрикатом устанавливают в стопки на цепные конвейеры, которые при движении проходят вдоль вентиляционных установок. Для поддержания необходимых температурных режимов конвейеры с продуктом и вентиляционные установки изолируют от сушильного помещения с помощью сборного металлического каркаса, облицованного термоизоляционными плитами, что позволяет интенсифицировать процесс сушки путем использования более высоких температур воздуха — до 40-45°C с одновременным увеличением влажности до 75%.

Туннельная сушилка ЛС2-А показана на рисунке 37

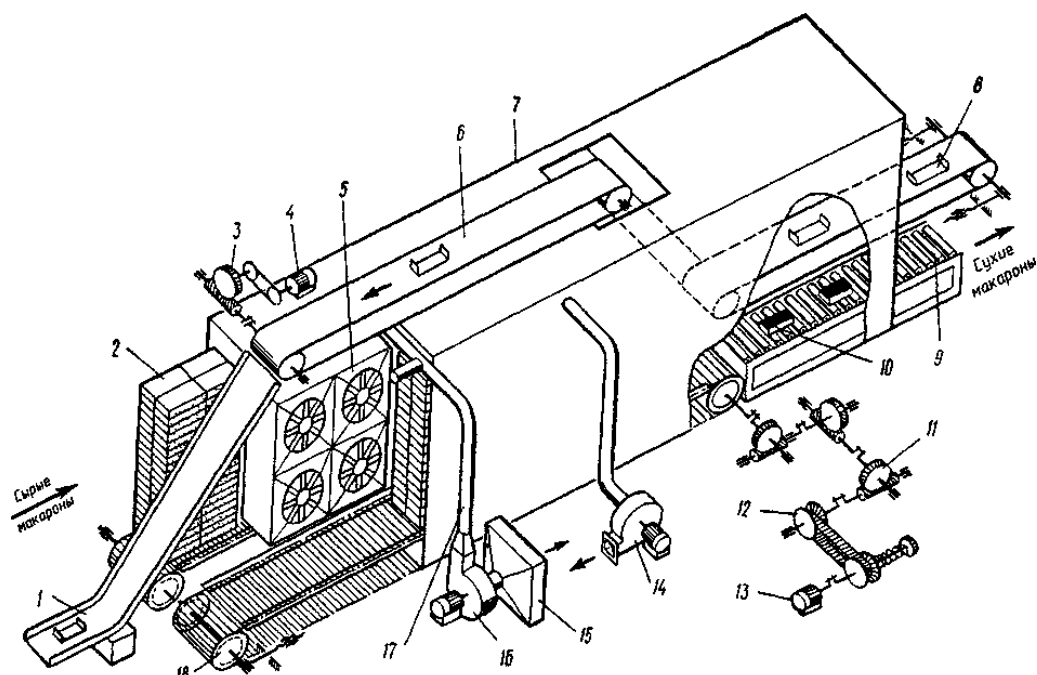


Рисунок 37 – Схема сушилки ЛС2-А:

- 1 – лоток; 2, 8, 10 – кассеты; 3, 11 – редукторы; 4, 13 – электродвигатель;
 5 – вентилятор; 6 – ленточный конвейер; 7 – сушильный туннель;
 9 – роликовый конвейер; 12 – вариатор скорости; 14, 16 – вентиляторы;
 15 – калорифер; 17 – воздуховод; 18 – цепной конвейер.

Она состоит из следующих основных частей: сушильного туннеля 7 с комплектом осевых вентиляторов 5, двух цепных конвейеров 18 для перемещения продукта, конвейера 6 возврата пустых кассет, вентиляционной системы для подачи воздуха в сушильный туннель и выброса из него отработанного воздуха.

Внутри туннеля, по всей его длине, вплотную друг к другу установлены двенадцать шкафов, в каждом из которых смонтировано по два осевых вентилятора, которые установлены так, что направление движения воздуха рядом стоящих шкафов противоположно. Этим достигается изменение направления обдувки воздухом макарон при их перемещении.

С обеих сторон шкафов, через весь туннель, проходят два цепных конвейера для перемещения продукта. Со стороны выгрузки к цепным конвейерам примыкают роликовые конвейеры 9, которые служат накопителями готовой продукции.

Привод цепного конвейера осуществляется от электродвигателя 13 через клиноременный вариатор 12 и три последовательно установленных редуктора 11.

Теплый воздух, нагнетаемый центробежным вентилятором 16 через калорифер 15, поступает в сушильную камеру по воздуховоду 17. Отсос отработавшего воздуха из верхней зоны сушилки в конце туннеля осуществляется центробежным вентилятором 14.

Необходимым условием работы сушилки является некоторое избыточное давление воздуха, создаваемое внутри сушильного туннеля. При этом приток воздуха в сушилку через створки двери и другие зазоры не допускается.

Сушильный туннель разделен на две зоны: первая со стороны входа в туннель — зона предварительной сушки, включает два шкафа; вторая — зона окончательной сушки, включает десять шкафов. Зоны сушки отделены друг от друга перегородкой, а для прохода кассет служат створки. В обеих зонах сушильного туннеля поддерживается необходимая температура (35-41⁰С) и относительная влажность воздуха (55-75%).

Сушилка работает следующим образом. На два конвейера вплотную укладываются стопки кассет 2 с сырыми макаронами по 22 кассеты в высоту и по 2 в ширину на каждый конвейер. По мере продвижения по конвейеру кассеты открывают створки сушильного туннеля и обдуваются воздушным потоком от осевых вентиляторов. После сушки кассеты 10 с высушенными макаронами поступают с цепных конвейеров на роликовые, которые направляют изделия на упаковывание.

Возврат пустых кассет производится ленточным конвейером 6. Кассеты 8 по одной укладывают на горизонтальную часть ленточного конвейера, расположенного между роликовыми конвейерами. Кассеты перемещаются над сушильным туннелем к лотку 7 для спуска их к месту загрузки. Скатываясь по лотку, кассеты могут накапливаться на его горизонтальной части, поэтому при заполнении лотка кассетами под действием их массы подвижная часть горизонтальной направляющей лотка опускается, срабатывает конечный выключатель, который останавливает привод конвейера возврата кассет, состоящий из двигателя 4 и редуктора 3.

Общая продолжительность сушки в зависимости от ассортимента составляет 22-24 ч.

Установки для сушки макарон в подвесном состоянии.

Длинные макаронные изделия (вермишель и лапша разных видов, макарон соломка и особые) сушат подвесным способом с использованием низкотемпературных режимов сушки главным образом в сушилках

автоматизированных поточных линий Б6-ЛМВ и Б6-ЛМГ и др. зарубежных фирм (Брайбанти, Паван и т.д.). Удаление влаги из сырых изделий, развешенных на бастунах, проводится в два этапа: в предварительной и окончательной сушилках. Предварительная сушка протекает при сравнительно жестких режимах в первой сушильной камере и окончательная сушка при прерывистом режиме (чередование сушки и отволаживания) во второй сушильной камере.

Предварительная сушилка Б6-ЛМВ показана на рисунке 38.

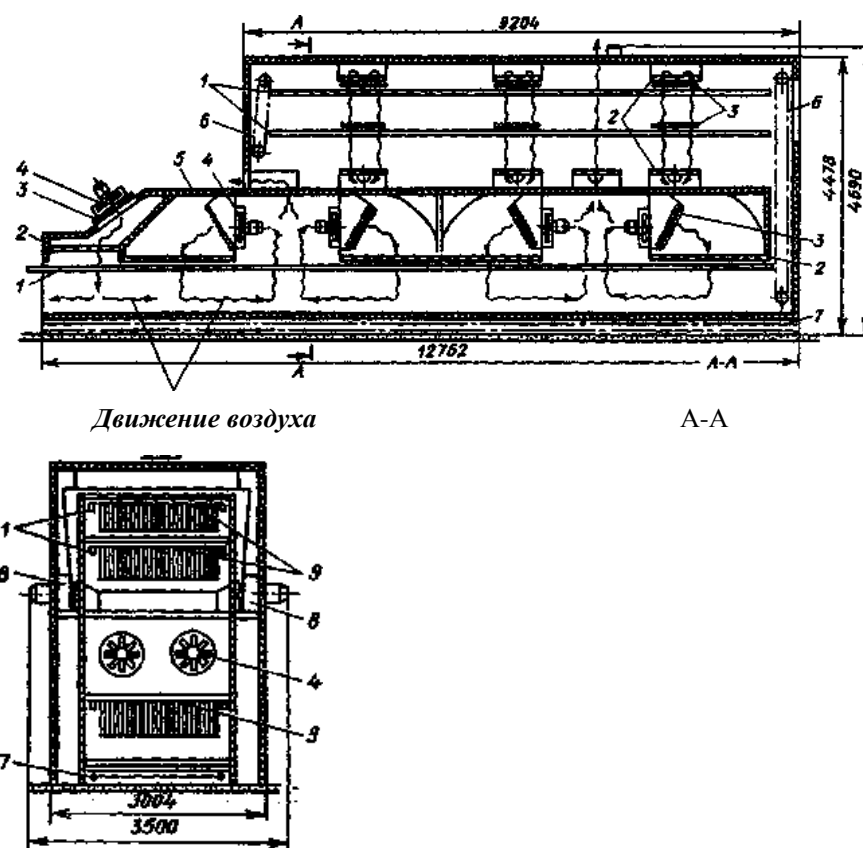


Рисунок 38 – Предварительная сушилка Б6-ЛМВ:

1 – привод; 2 – решетки; 3 – калориферы; 4 – осевые вентиляторы;
 5 - герметизированный тоннель; 6 – цепной транспортер; 7 – гребенчатые транспортеры;
 8 – центробежные вентиляторы; 9 – бастуны.

Она представляет собой теплоизолированный и герметизированный тоннель 5, в котором размещены три гребенчатых транспортера 7. Тоннель разделен перекрытием на два этажа, которые образуют две зоны сушки. В первой (нижней) зоне находится один гребенчатый транспортер, во второй (верхней) — два. Внизу сушилки проходит транспортер 7 возврата порожних бастунов. Каркас сушилки собирают из отдельных сварных секций, которые соединяют болтами. Внутри и снаружи каркаса установлены сборочные элементы сушилки.

Привод 1 сушилки передает движение механизму перемещения бастунов 9 в горизонтальном направлении и цепному транспортеру 6, передающему бастуны с яруса на ярус (с одного гребенчатого транспортера на другой) или из предварительной сушилки в окончательную.

Бастуны в горизонтальном направлении перемещаются при помощи гребенчатых транспортеров. Каждый транспортер состоит из пары параллельных направляющих и гребенок. Направляющие прикреплены к внутренним поверхностям стенок сушилки, на которые ложатся цапфы бастунов с изделиями.

Гребенки перемещаются по замкнутому четырехугольнику:

подъем – **цапфы** бастунов ложатся во впадины гребенок и приподнимаются над направляющими;

движение вперед – бастуны с изделиями перемещаются вдоль сушильного тоннеля на один шаг, равный 31 мм;

спуск – **цапфы** бастунов ложатся на направляющие, а гребенки опускаются вниз;

движение назад – бастуны остаются на месте, а гребенки делают холостой ход в обратном направлении.

Таким образом, бастуны с изделиями постепенно перемещаются вдоль тоннеля сушилки, причем на первом и третьем транспортерах — в одном направлении, а на втором – в противоположном.

Сушильный воздух подогревается с помощью водяных калориферов 3 из ребристых труб. Каждая зона сушки имеет свою систему подогрева воздуха.

В систему подогрева первой зоны вода температурой 80-90⁰С подается непосредственно от центральной системы теплоснабжения фабрики. Для исключения конденсации водяных паров в нижней зоне сушилки в полу уложены трубы, по которым циркулирует горячая вода.

Система вентиляции первой и второй зон сушки работает с частичной рециркуляцией сушильного воздуха: влажный воздух из обеих зон сушки частично выбрасывается в помещение, а частично смешивается с более сухим воздухом, поступающим в сушилку из помещения.

Вентилирование первой зоны осуществляется осевыми вентиляторами 4, расположенными попарно: два вентилятора около входа изделий в сушилку засасывают воздух из помещения, продувают его через калорифер, создают воздушную завесу и подают подогретый воздух в нижнюю зону; четыре пары вентиляторов обеспечивают рециркуляцию сушильного воздуха с продувкой его через калориферы. Часть влажного воздуха выбрасывается в помещение.

Вентиляция второй зоны производится восемью центробежными вентиляторами 8, расположенными попарно с боковых сторон сушилки. Три пары вентиляторов осуществляют рециркуляцию сушильного воздуха с частичным засосом воздуха из помещения, а одна пара отсасывает влажный воздух из первой и второй зон и выбрасывает его в помещение.

Для равномерной обдувки изделий подогретым воздухом в сушилке предусмотрены решетки 2. Обдувка изделий производится сверху вниз.

Заданные параметры сушильного воздуха (температура и относительная влажность) поддерживаются системой автоматического регулирования.

Обшивка каркаса тоннеля состоит из двух слоев отдельных щитов с уплотнением стыков между ними. Каждый внутренний щит имеет деревянный каркас, обшитый с обеих сторон картоном. Каркасы наружных щитов с внутренней стороны обшиты картоном, а с наружной – трудногорючим бумажным слоистым пластиком. Между щитами находится слой заливочного пенопласта.

Назначение предварительной сушилки – быстрое удаление влаги из сырых макаронных изделий на том этапе, пока они обладают пластическими свойствами. Основная цель этой стадии заключается в сокращении общей продолжительности сушки макаронных изделий. Кроме того, быстрое снижение влажности препятствует развитию микробиологических процессов – закисанию и плесневению продукции.

Параметры сушильного воздуха в предварительной сушилке в зависимости от ассортимента высушиваемых изделий составляют: температура 35-45⁰С, относительная влажность 65-75%. Продолжительность предварительной сушки на линиях Б6-ЛМВ и Б6-ЛМГ около 3 ч, влажность выходящих из предварительной сушилки изделий не более 20%.

Окончательная сушилка линии Б6-ЛМВ представлена на рисунке 39.

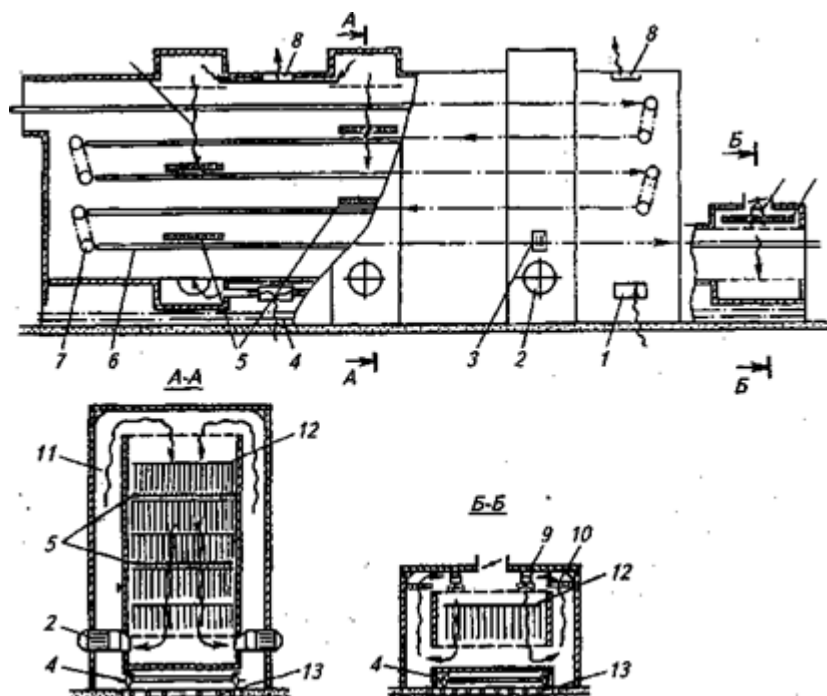


Рисунок 39 – Схема окончательной сушилки Б6-ЛМВ для длинных изделий:

- 1, 8 – заслонки отверстий сушилки; 2 – центробежные вентиляторы; 3 – психрометры;
4, 6 – транспортеры; 5, 10 – калориферы; 7 – цепные переключники;
9 – осевые вентиляторы; 11 – каналы; 12 – бастаны; 13 – трубы.

Он представляет собой тоннель, обшивка которого такая же, как у предварительной сушилки. В тоннеле размещены пять гребенчатых транспортеров 6, перемещающих бастуны 12 с изделиями вдоль сушилки. С одного гребенчатого транспортера на другой, нижележащий, бастуны с изделиями перекадываются при помощи цепных перекадчиков 7.

Работа гребенчатых транспортеров подобна работе их в предварительной сушилке.

По длине тоннель сушилки разделен на три зоны сушки, между которыми размещены камеры отволаживания. Сушильный воздух в камерах сушки движется по каналам 11, расположенным сбоку и сверху камер. В каждой камере установлены два центробежных вентилятора 2 (с одной и другой стороны) и две секции водяных калориферов 5 из ребристых труб: в первой зоне – между вторым и третьим, четвертым и пятым ярусами, во второй и третьей зонах – между первым и вторым, третьим и четвертым ярусами.

Вентиляторы засасывают воздух, прошедший через изделия, которые размещены на пятом (нижнем) гребенчатом транспортере, и подают его по боковым каналам наверх. Отсюда он направляется в сушильную камеру, обдувая последовательно сверху вниз изделия на всех ярусах и подогреваясь в калориферах.

Свежий воздух засасывается в сушилку через отверстия 1 в стенках камер отволаживания. Отработавший воздух выбрасывается в помещение через отверстия 8. Заслонки отверстий 1 и 8 открываются и закрываются автоматически.

Температура воздуха в зонах сушки, как и в предварительной сушилке, составляет 35-45°C, а относительная влажность несколько выше 70-85%.

В зонах отволаживания относительная влажность воздуха близка к насыщению — к 100%, поэтому влага с поверхности изделий не испаряется. В этих зонах происходит выравнивание влажности продукта по всем внутренним слоям: медленная миграция влаги внутри изделий к поверхности, откуда была удалена влага во время нахождения изделий в предыдущей зоне сушки. При этом снижается градиент влажности внутри изделий, рассасываются внутренние напряжения сдвига.

Таким образом, удаление влаги из полуфабриката производится в окончательной сушилке ступенчато: периоды сушки постоянно чередуются с периодами отволаживания. Такой режим называется пульсирующим режимом сушки, в результате чего образуются прочные изделия со стекловидным изломом.

В конце окончательной сушилки установлены два осевых вентилятора 9, которые засасывают воздух из помещения, продувают его через калориферы 10 и создают воздушную завесу, препятствующую поступлению воздуха в сушилку в месте выхода бастунов с высушенными изделиями.

В нижней части сушильного тоннеля проходит цепной транспортер 4 возврата порожних бастунов к саморазвесу линии. Для исключения конденсации водяных паров под сушилкой уложены трубы 13, по которым циркулирует горячая вода.

Температура и влажность сушильного воздуха поддерживаются на заданных уровнях системой автоматического регулирования. Для визуального контроля температуры и влажности воздуха в зонах сушки установлены психрометры 3.

Продолжительность окончательной сушки продукции зависит от ассортимента и в среднем составляет 11-12 ч на линии Б6-ЛМВ, а на линии Б6-ЛМГ продолжительность 14-15 ч.

Выходящие из камеры окончательной сушки изделия влажностью около 13,5% направляются на стабилизацию и остывание в стабилизатор-накопитель тоннельного типа.

Установки для сушки макарон комбинированным способом. При данном способе предварительная сушка осуществляется на рамках, а окончательная - в цилиндрических кассетах.

Предварительная сушилка «Транслакс». Предназначена для предварительной сушки длинных изделий на линии фирмы «Бассано». Представляет собой изолированную камеру размерами 21960x4170x6650 мм, в которой установлен многоярусный цепной конвейер, шаг цепи 41,75 мм. На цепном конвейере через каждые 40 звеньев закреплены сушильные рамки.

Сушильная рамка изображена на рисунке 40 (а).

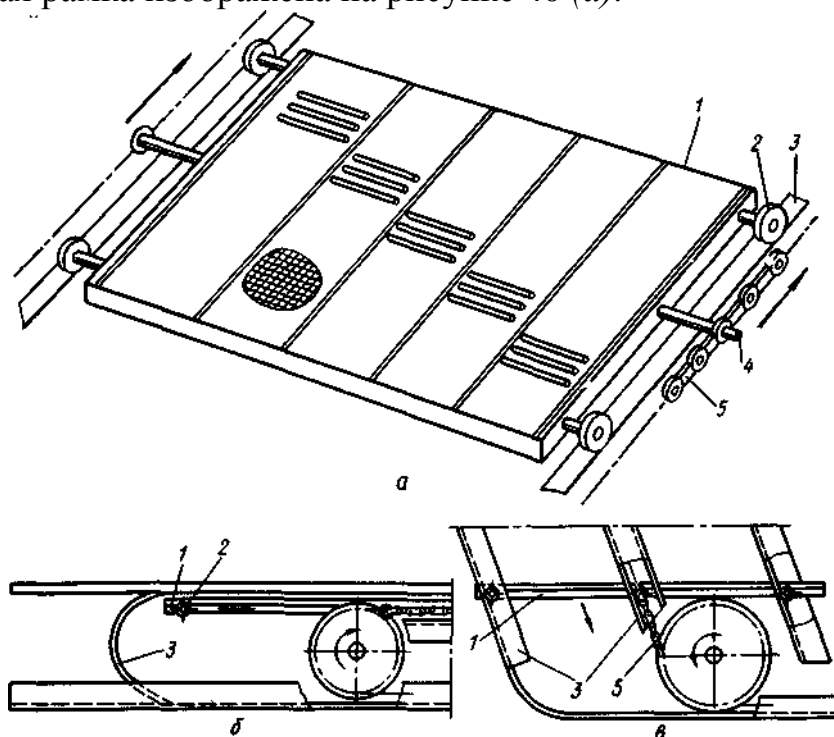


Рисунок 40 - Схемы перемещения рамок в предварительной сушилке фирмы «Транслакс»:

а - в горизонтальном направлении, б - с нижнего яруса на верхний, в - опускание пустых рамок;

1 - каркас; 2 - ролик; 3 — направляющие; 4 - стержень; 5 – цепь.

Она представляет собой жесткий металлический каркас 1 размером 1540x2850 мм, на котором закреплены перфорированные пластины из нержавеющей стали.

На боковых сторонах рамки по краям имеются ролики 2, с помощью которых рамки передвигаются по направляющим 3 внутри сушильной камеры. Рамка закреплена на цепном конвейере при помощи двух стержней 4, входящих в звено боковых цепей 5.

Конструкция рамки и направляющих позволяет передвигаться ей в любом направлении и при переходе с яруса на ярус сохранять горизонтальное положение. Это показано на рисунке 40 (б), (в), что обеспечивает устойчивое положение продукта в процессе сушки.

Сушка макарон осуществляется в двух зонах - нижней и верхней. В нижней зоне изделия активно вентилируются при помощи восьми осевых вентиляторов мощностью 1,5 кВт, с частотой вращения 3000 об/мин. Температура воздуха в данной зоне до 85°C.

Продолжительность нахождения изделий здесь 20-40 с. Масса изделий на одной сушильной рамке от 5 до 10 кг.

В верхней зоне установлено семь осевых вентиляторов мощностью 3 кВт, с частотой вращения 1500 об/мин.

Система направляющих шиберов, установленных внутри сушилки, позволяет нагнетать воздушный поток от верхних вентиляторов только сквозь рамки, что обеспечивает равномерную сушку макаронных изделий.

Длительность нахождения продукта в сушилке в зависимости от ассортимента 25-50 мин. За это время изделия теряют 10–12% влаги.

Подогрев воздуха в сушильных зонах обеспечивается четырьмя калориферами, два из которых установлены в нижней зоне. В начале работы и во время остановки сушилки автоматический пароструйный инжектор позволяет поддерживать влажность воздуха в интервале от 60 до 65%.

Избыток влажного воздуха рециркулирует в окончательную сушилку при помощи центробежного вентилятора мощностью 3 кВт, установленного на верхнем перекрытии сушилки.

Окончательная сушилка «Ролинокс» показана на рисунке 41.

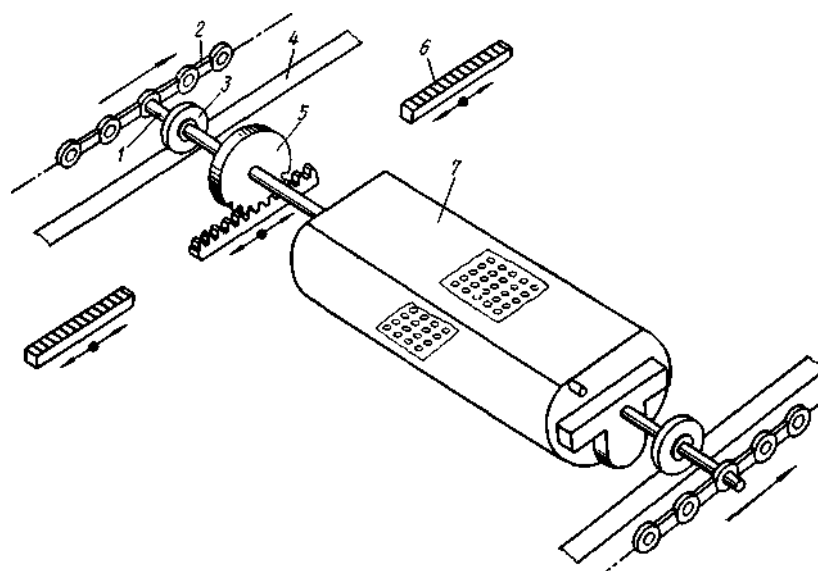


Рисунок 41 – Схема перемещения цилиндрической кассеты в сушилке фирмы «Ролинокс»:

1 – стержень; 2 – цепной конвейер; 3 – подшипник; 4 – направляющая;
5 – зубчатое колесо; 6 – рейка; 7 – кассета.

Представляет собой теплоизолированную камеру, разделенную перегородками на три горизонтальные зоны — верхнюю, среднюю и нижнюю. Верхняя зона предназначена для окончательной сушки и придания изделиям прямолинейной формы. На четырех ярусах здесь расположен бесконечный цепной конвейер, на котором закреплено 510 цилиндрических кассет.

Цилиндрическая кассета 7 представляет собой металлический перфорированный цилиндр диаметром 160 мм, разделенный поперечными перегородками на десять одинаковых секций длиной по 270 мм.

Внутренняя поверхность кассеты гладкая, покрыта пищевой эмалью. Это уменьшает трение изделий о стенки кассет. С торцовых сторон кассеты закреплены стержни 1, на которые с одной стороны насажены зубчатое колесо 5 и подшипник качения 3, с другой - только подшипник. Концы осей кассеты вставлены в звенья бесконечного цепного конвейера 2, который сообщает кассете поступательное движение, при этом подшипники катятся по направляющим 4, расположенным по обе стороны кассеты. Кассета имеет одну общую крышку, которая автоматически открывается и закрывается в зонах загрузки и выгрузки.

При движении цилиндрических кассет в верхней зоне окончательной сушилки они совершают сложные движения: поступательные движения с одновременным качанием относительно своей оси. Качание осуществляется с помощью вибраторов и реек 6, которые входят в зацепление с зубчатыми колесами, при этом изделия внутри кассеты выпрямляются и получают прямолинейную форму.

В верхней зоне установлено восемь осевых вентиляторов мощностью по 2,2 кВт, с частотой вращения 1500 об/мин и столько же групп калориферов.

Сушка макарон осуществляется при температуре 65-70°C и относительной влажности воздуха 65%. Продолжительность нахождения изделий в зоне — от 1,5 до 3 ч, за это время изделия высыхают до влажности 15%.

После прохождения сверху вниз всех четырех ярусов верхней зоны цилиндрические кассеты выходят из сушилки, крышки кассет автоматически открываются и изделия пересыпаются в такие же цилиндрические кассеты, установленные на бесконечном цепном конвейере, который проходит по шести ярусам средней зоны и двум ярусам нижней зоны (зоны стабилизации).

Прямая форма изделий, выходящих из верхней зоны окончательной сушилки, позволяет увеличить вместимость цилиндрических кассет, в результате при перегрузке в одну цилиндрическую кассету средней зоны поступают изделия из двух кассет верхней зоны. Промежуточная перегрузка изделий из верхней зоны в среднюю позволяет значительно уменьшить габаритные размеры окончательной сушилки. В средней зоне находится 650 кассет. Продолжительность сушки в этой зоне 4-8 ч при температуре 50-60 °С и относительной влажности воздуха 70%. За это время изделия высыхают до стандартной влажности. В зоне расположены восемь осевых вентиляторов мощностью по 1,5 кВт и четыре группы калориферов.

В зоне стабилизации происходит медленное охлаждение макаронных изделий, в ней размещается 250 кассет. Зона имеет четыре батареи для холодной воды (температура 15°C) и четыре вентилятора мощностью по 1,5 кВт. Изделия находятся в зоне стабилизации около 1 ч.

Установки для высокотемпературной сушки показана на рисунке 42.

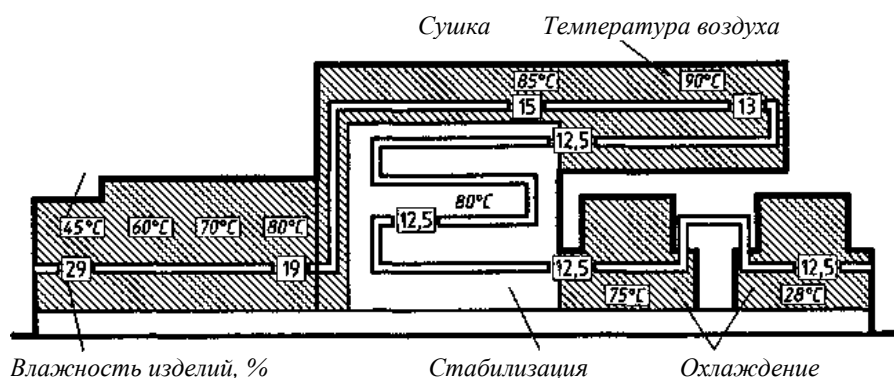


Рисунок 42 – Схема установки для высокотемпературной сушки длинных макаронных изделий

Они предназначены для сушки макаронных изделий с использованием температуры сушильного воздуха 70°C с целью уменьшения времени сушки в среднем на 40-50% и сокращения расхода энергии на сушку.

В установке для высокотемпературной сушки длинных макаронных изделий реализован режим, при котором температура воздуха на стадии предварительной сушки повышается до максимального значения в пределах

75-85°C, сушка и стабилизация изделий протекают при этой же температуре. При таком режиме высушивание изделий до 13-13,5%-й влажности происходит за 3-5 ч (в зависимости от температуры воздуха и вида изделий), а стабилизация изделий — в течение 5-7 ч.

Таким образом, влажность воздуха на стадиях окончательной сушки и стабилизации должна поддерживаться на уровне, обеспечивающем при данной температуре равновесную влажность изделий порядка 13%.

Окончательная сушка и стабилизация изделий осуществляются в пятирусном туннеле, где движение воздуха протекает сверху вниз. Изделия из предварительной сушилки поступают на верхний, сушильный ярус. На нижних четырех ярусах происходит стабилизация высушенных изделий - выравнивание влажности в толще изделий до устранения градиента влажности.

Доля влаги, испаряемой из изделий в зоне сушки (3-4%), позволяет поддерживать влажность воздуха в зоне стабилизации на требуемом уровне (82%), не прибегая к подаче в камеру дополнительного пара. Нагрев воздуха в сушилке осуществляется калориферами, установленными в верхней ее части.

Охлаждение стабилизированных изделий без дальнейшего испарения из них влаги осуществляется в двух зонах: в первой — обдувкой изделий воздухом температурой 75°C, во второй — воздухом температурой 28°C. При этом строго соблюдается соответствие относительной влажности воздуха при данных температурах и равновесной влажности на уровне 12,5-13%.

При высокотемпературной сушке резко уменьшаются пределы допустимых отклонений от заданных значений температуры и влажности воздуха на всех этапах сушки и стабилизации изделий. В противном случае в значительной степени возрастает опасность образования трещин и лома.

Поэтому применение высокотемпературных режимов сушки возможно только на оборудовании, оснащем компьютерными системами контроля и регулирования заданного режима сушки. В еще большей степени это относится к сушильному оборудованию линий, в которых используются сверхвысокотемпературные режимы сушки, когда температура воздуха на всем протяжении сушки или на отдельном ее этапе превышает 90°C.

Сверхвысокотемпературная сушка

К сверхвысокотемпературным режимам сушки макаронных изделий следует отнести разработанные Н. И. Назаровым режимы с гигротермической обработкой изделий перед сушкой. Сущность их заключается в обработке сырых изделий паровоздушной смесью в течение 2 мин (для макарон) или сухим паром в течение 30 с (для короткорезанных изделий) с последующей сушкой. Параметры паровоздушной смеси: температура 95-98°C, относительная влажность 95%. Температура перегретого пара от 120 до 180°C.

Гигротермическая обработка изделий перед сушкой позволяет значительно сократить последующий процесс их сушки за счет применения жестких режимов без опасения появления трещин [15].

Контрольные вопросы

1. Какова цель сушки макаронных изделий и на какие фазы подразделяется процесс?
2. Какая отличительная особенность линий для производства коротких и длинных макаронных изделий?
3. Какие особенности необходимо учитывать при выборе режима сушки?
4. Какие режима конвективной сушки используют в зависимости от температуры воздуха?
5. Какие показатели изменяются при использовании высокотемпературных режимов?

14 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

На выходе из сушилки макаронные изделия имеют температуру, приблизительно равную температуре сушильного воздуха. Поэтому перед упаковкой их надо охладить до температуры упаковочного отделения, иначе неконтролируемый процесс дальнейшего испарения влаги из теплых упакованных изделий будет продолжаться в упаковке, а при использовании герметичной упаковки, например, полиэтиленовых пакетов, произойдет конденсация влаги на внутренней поверхности упаковки.

Предпочтительнее использовать медленное охлаждение в течение не менее 4 ч, в процессе которого изделия омываются воздухом температурой 25-30°C и относительной влажностью 60-65%. При этом происходит стабилизация изделий: окончательное выравнивание влажности по всей толщине изделий, рассасывание внутренних напряжений сдвига, которые могли остаться после интенсивной сушки изделий, а также некоторое снижение массы остывающих изделий за счет испарения из них 0,5-1,0% влаги.

Быстрое охлаждение высушенных изделий интенсивной обдувкой в охладителях различных конструкций или остывание их на ленточных транспортерах при подаче на упаковку менее желательны. Несмотря на то, что готовые изделия за короткое время (около 5 мин) успевают остыть до температуры цеха и последующей усушки их в упаковке не происходит, за такой короткий промежуток времени внутренние напряжения сдвига в нестабилизированных изделиях не только не успевают исчезнуть, но увеличиваются за счет испарения влаги с поверхности изделий и увеличения градиента влажности. И если изделия были подвергнуты жесткой сушке, то растрескивание и превращение их в лом и крошку могут произойти уже после упаковывания.

Накопители-стабилизаторы представляют собой установки различной вместимости, в которые после сушки поступают макаронные изделия, где накапливаются в течение одной или двух смен и стабилизируются (охлаждаются) до температуры, необходимой для их упаковки. По способу размещения продукта данные установки разделяются на два типа: бункерные и конвейерные [16].

Стабилизаторы накопители коротких макаронных изделий

Накопители-стабилизаторы бункерного типа состоят из комплекта одинаковых по емкости секций, загружаемых с помощью конвейера до определенного уровня. По истечении необходимого времени бункера индивидуально разгружаются на сборный конвейер, который доставляет продукт к фасовочным автоматам.

Накопитель-стабилизатор Б6-ЛСВ показан на рисунке 43.

Он предназначен для стабилизации и накопления коротких макаронных изделий.

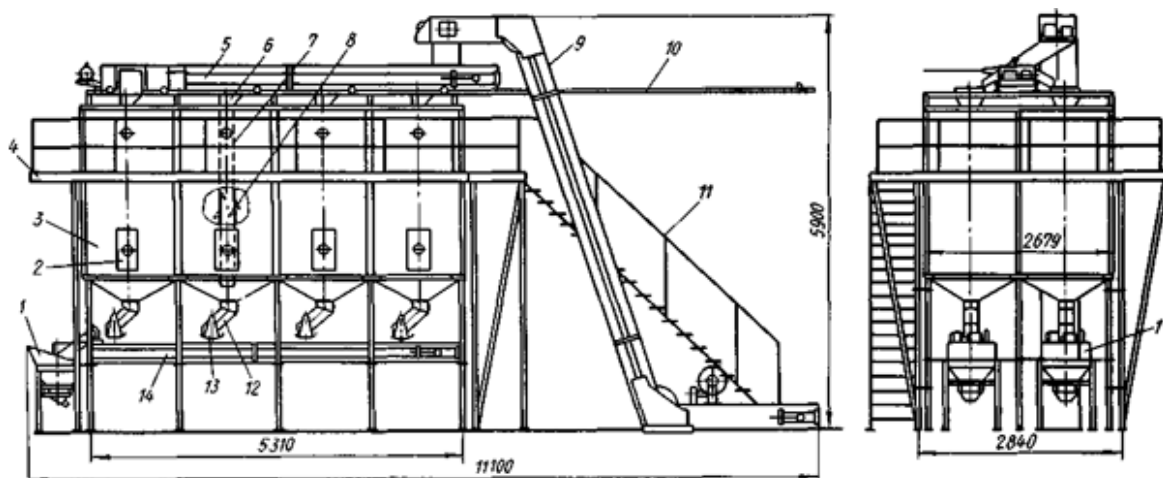


Рисунок 43 – Бункерный стабилизатор-накопитель Б6-ЛСВ:

1 - вибробункер; 2 – смотровые окна; 3 – ёмкости; 4 – площадка для обслуживания;
5 – конвейер загрузки; 6 – воронки; 7 – труба; 8 – шибер; 9 – элеватор;
10 – рельсовый путь; 11 – лестница; 12 – поворотный затвор; 13 – патрубок.

Он состоит из восьми емкостей 3, ленточного конвейера загрузки 5, двух ленточных конвейеров выгрузки 14 и площадки для обслуживания 4.

Бункера установлены на опорах и соединены металлическими планками. Внутри каждого бункера для загрузки продуктом установлена труба 7, выполненная в виде отдельных направляющих шиберов 8, расположенных один под другим и под определенным углом. Нижняя часть бункера конусная и оканчивается разгрузочным патрубком 13.

Патрубок разгрузки свободно вращается с помощью поворотного затвора 12 и может устанавливаться над лентой одного из конвейеров выгрузки (в зависимости от ассортимента изделий в бункере) и подачи их на соответствующий фасовочно-упаковочный автомат. Для наблюдения за процессом загрузки в боковых стенках бункера имеются смотровые окна 2.

Сверху бункеров на рельсовом пути 10 установлен ленточный конвейер загрузки 5. Ширина ленты транспортера 300 мм, скорость движения 0,3 м/с. Сбоку по всей длине бункеров расположена площадка для обслуживания, в начале которой установлена лестница 11 с поручнями.

Элеватор 9 подает изделия на конвейер загрузки, который, передвигаясь по рельсам, ссыпает изделия через воронки 6 загрузочных труб. Внутри бункеров изделия пересыпаются по наклонным козырькам и постепенно заполняют внутренний объем (4м³). Продукт накапливается в бункерах и стабилизируется, охлаждаясь до температуры помещения.

С помощью разгрузочных патрубков изделия из бункеров направляются на конвейеры 14, от которых поступают в вибробункер 1, а от него наклонным элеватором подаются к бункерам фасовочных автоматов.

Бункерный накопитель-стабилизатор представлен на рисунке 44.

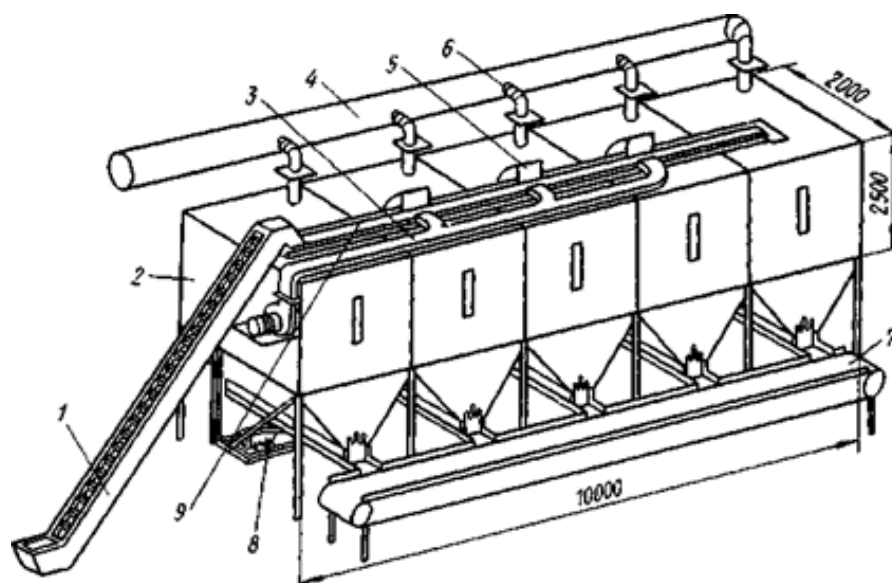


Рисунок 44 – Бункерный накопитель-стабилизатор

1 – наклонный конвейер; 2 – бункер; 3, 4 – воздуховод; 5 – окно; 6 – отвод;
7 – сборный конвейер; 8 – вибрлоток; 9 – горизонтальный конвейер.

Он представляет собой группу последовательно расположенных бункеров 2, для загрузки и разгрузки которых установлено следующее оборудование: два загрузочных конвейера — наклонный 1 и горизонтальный 9, вентиляционная система и сборный конвейер 7.

Привод наклонного конвейера обеспечивает скорость его движения 0,62 м/с, привод горизонтального — скоростью движения 0,44 м/с. Бункер накопителя представляет собой прямоугольную емкость вместимостью 15м³, изготовленную из листовой стали толщиной 3 мм.

Для охлаждения продукции, поступающей из сушилок, накопитель оборудован вытяжной вентиляцией, для этого от каждого бункера через отвод 6 и общий воздуховод 4 отсасывается теплый воздух. Общий воздуховод, в свою очередь, подсоединен к центробежному вентилятору. Выхлопной патрубок центробежного вентилятора с помощью воздуховода соединен с циклоном для очистки воздуха.

Изделия от сушилки наклонным ленточным конвейером передаются на горизонтальный конвейер. По мере продвижения продукта по конвейеру бункера загружаются через приемные окна под действием потока воздуха, поступающего из патрубков воздуховода и направленного перпендикулярно движущимся изделиям.

Как только бункера заполняются, патрубок воздуховода перекрывается шибером, и подача воздуха прекращается.

При разгрузке соответствующего бункера открывается шибер разгрузочного устройства и включается вибрлоток 8. Продукция с вибрлотка сыпается на сборный конвейер, который перемещает ее к автовесам для взвешивания и последующей упаковки.

Виброохладители

Высокая температура продукта (40-45°С), выходящего из паровых конвейерных сушилок типа СПК-45, приводит к необходимости их интенсивного охлаждения до температуры воздуха в упаковочном отделении. Такой способ охлаждения осуществляется в виброохладителях различных конструкций, имеющих значительно меньшую вместимость чем стабилизаторы-накопители. Установки имеют несложную конструкцию и изготавливаются непосредственно на предприятиях.

Накопители-стабилизаторы для длинных макаронных изделий

Накопитель-стабилизатор Б6-ЛМГ предназначен для стабилизации, охлаждения продукции до температуры упаковочного отделения и накопления ее во время работы линии в ночную смену. Представляет собой однокамерный туннель, где на шести ярусах размещаются бастуны с высушенными изделиями. Кинематическая схема представлена на рисунке 45.

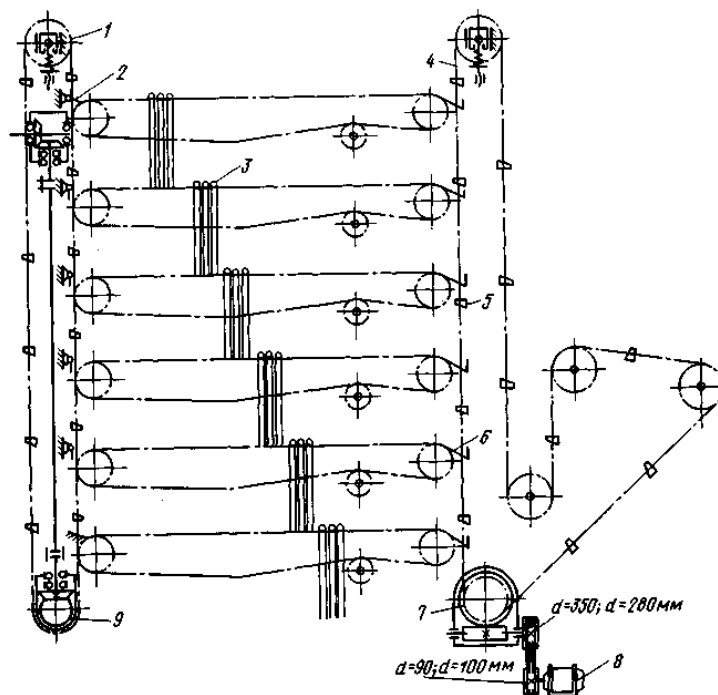


Рисунок 45 – Кинематическая схема конвейерного стабилизатора-накопителя Б6-ЛМГ:

- 1 – конвейер подъема бастунов; 2 – механизм распределения; 3 – несущие бастуны с изделиями;
4 – цепной конвейер; 5 – люльки; 6 – специальная ловушка; 7 – червячный редуктор;
8 – электродвигатель; 9 – конический редуктор.

Каркас накопителя-стабилизатора конструктивно выполнен аналогично каркасам сушилок. Внутри и снаружи на каркасе установлены следующие сборочные единицы: привод конвейера подъема бастунов, шесть цепных

конвейеров, каждый с индивидуальным механизмом привода, привод съема бастунов, обшивка стабилизатора внутренняя и наружная.

Конвейер подъема бастунов 1 состоит из двух параллельных цепей с закрепленными на них зубьями, несущих бастуны с изделиями 3. Он осуществляет передачу бастунов с нижнего яруса окончательной сушилки на любой ярус стабилизатора. Привод его осуществляется от привода вертикального перемещения гребенок камеры окончательной сушки через два конических редуктора 9, Скорость движения конвейера 0,063 м/с.

При подходе к заданному ярусу планки механизма распределения 2 снимают бастун с конвейера подъема, и он своими цапфами соскальзывает на цепи конвейера яруса и фиксируется на цепях через шаг 25,4 мм с помощью специальных звездочек. Всего на одном ярусе находится 651 бастун с изделиями.

Каждый цепной конвейер яруса приводится в движение от индивидуального привода. Скорость движения цепного конвейера 0,0045 м/с. Работа яруса на загрузку осуществляется автоматически с помощью конечных выключателей и поступающих бастунов из окончательной сушилки. Заполнение яруса бастунами контролируется конечными выключателями с подачей звукового и светового сигналов. Конструкция накопителя-стабилизатора позволяет осуществлять загрузку и разгрузку любого яруса по выбору.

В конце накопителя имеется вертикальный цепной конвейер 4 съема бастунов, на осях цепей которого через шаг 648 мм закреплены люльки 5 для бастунов. Люльки свободно вращаются в осях и из любого положения самопроизвольно возвращаются в свое рабочее положение за счет смещения центра тяжести. Конвейер приводится в движение от электродвигателя 8 через клиноременную передачу и червячный редуктор 7. Скорость движения конвейера 0,063 и 0,088 м/с. После заполнения яруса бастунами, цапфы в конце конвейера соскальзывают в специальные ловушки 6, откуда подхватываются люльками конвейера съема бастунов и подаются на машину для съема и резки изделий. Изделия, висящие на бастунах, на выходе из камеры проходят щетку, которая удаляет с продукта мучель и крошку. Порожние люльки разгрузочного конвейера возвращаются в камеру для приема очередных бастунов. Длительность цикла выдачи бастуна 5-10 с.

Привод разгрузочного механизма имеет самовыключающееся устройство, которое срабатывает при перегрузке и предохраняет механизмы узла от поломки.

Накопитель-стабилизатор не оснащен обогревательными приборами и системой вентиляции, а имеет только изолирующие стенки, поэтому в камере поддерживается постоянный микроклимат. Для исключения влияния окружающего воздуха на режим хранения изделий камера стабилизации изделий так же, как и сушилки, устанавливается в помещении с технологическим кондиционированием воздуха с постоянными

круглогодичными параметрами; температура воздуха 25-28°C и относительная влажность воздуха 60-65%.

Установка для измельчения сырых обрезков предназначена для измельчения сырых обрезков больших размеров, образующихся после резки макарон на машинах ЛРРМ, Е8-ЛУМ и др., с последующей их пневмотранспортировкой в тестомеситель пресса ЛПП-2М.

Схема установки показана на рисунке 46.

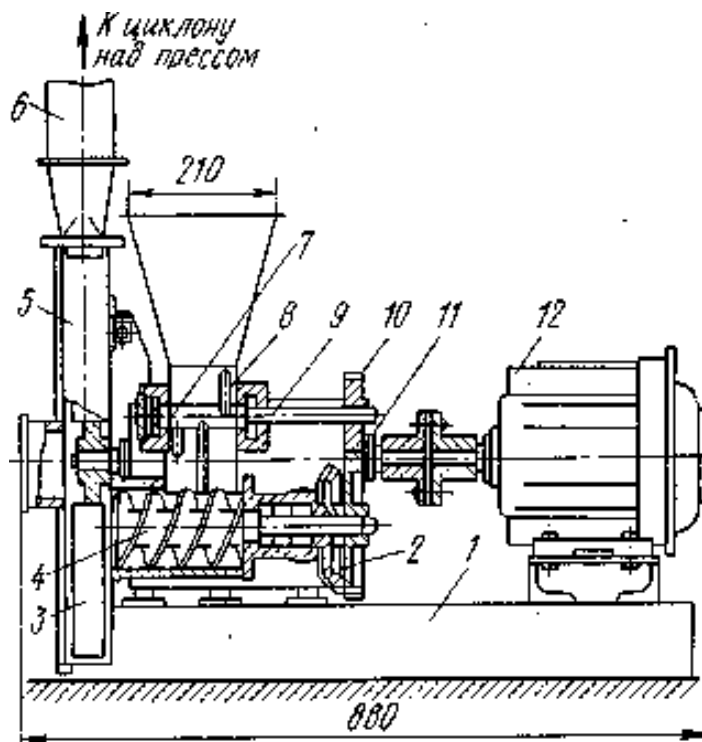


Рисунок 46 – Установка для измельчения сырых обрезков:

- 1 – рама; 2, 11 – червячный и конический редукторы; 3 – лопасти центробежного вентилятора; 4 – шнек-измельчитель; 5 – центробежный вентилятор; 6 – материалопровод; 7 – измельчитель; 8 – ножи; 9 – вал-ворошитель; 10 – зубчатые колеса; 12 – электродвигатель.

Она состоит из измельчителя 7, центробежного вентилятора 5, электродвигателя 12 и редуктора 11, установленных на раме 1.

Измельчитель представляет собой корпус цилиндрической формы, в котором расположен вал-ворошитель 9 с закрепленными под углом 120° тремя ножами 8.

Сверху на корпусе установлена загрузочная воронка. Под ножами расположен шнек-измельчитель 4 диаметром 100 мм и шагом 44 мм.

Шнек-измельчитель работает от электродвигателя и установленных последовательно червячного и конического редукторов 2. Вал ворошителя приводится в движение от вала шнека парой зубчатых колес 10. Крыльчатка вентилятора приводится во вращение от первичного вала червячного редуктора.

Обрезки подаются в загрузочную воронку и направляются к ножам ворошителя для грубого измельчения, затем обрезки поступают в шнек, где

измельчаются на более мелкие части и выводятся на лопасти 3 центробежного вентилятора высокого давления. Центробежный вентилятор по материалопроводу 6 направляет обрезки в циклон-разгрузитель, установленный над тестомесителем прессы.

Устройство для разворачивания тестовой ленты представлено на рисунке 47. Оно предназначено для прессов «Кобра-К».

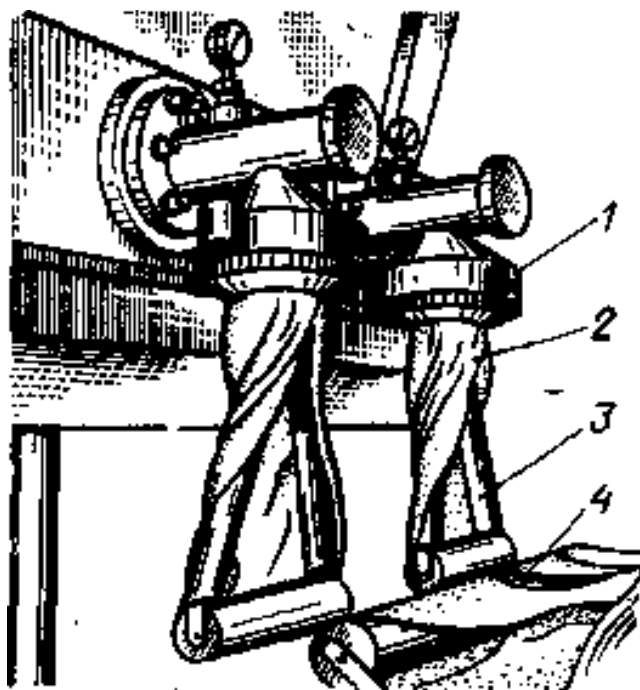


Рисунок 47 – Устройство для разворачивания тестовой ленты:

1 – головка матрицы; 2 – тестовая лента; 3 – устройство штампа; 4 – рольганг.

В головке матрицы 1 устанавливается матрица для формирования тестовой ленты 2, которая разворачивается устройством 3 и подается на рольганг 4 штампа.

Контрольные вопросы

1. Какие технологические параметры используют для охлаждения макаронных изделий перед упаковочным отделением?
2. Устройство и принцип действия накопителя-стабилизатора Б6-ЛСВ?
3. В каких случаях используют виброохлаждители?
4. Для чего применяются установки для измельчения сырых образцов?
5. Какие отличительные особенности стабилизатора-накопителя Б6-ЛСВ и стабилизатора-накопителя Б6-ЛМГ?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вандакурова, Н.И. Технологическое проектирование макаронных предприятий: учебное пособие [Текст] / Н.И. Вандакурова. – Кемерово: КемТИПП, 2005. - 88 с.
2. Калачев М.В. Малые предприятия для производства хлебобулочных и макаронных изделий; ДеЛи принт - М., 2014. - 230 с.
3. Драгилев, А.И. Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское: учебное пособие / А. И. Драгилев, В. М. Хроменков, М. Е. Чернов. — 3-е изд., стер. - СПб: Лань, 2016. — 432 с.
4. Технология и оборудование макаронного производства [Текст]: учебное пособие для студ. спец. 5В072800 - "Технология перерабатывающих производств" / Г. Э. Орымбетова. - Шымкент: ЮКГУ, 2015. - 128 с.
5. Хроменков В. М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик. – СПб.: ГИОРД, 2014.- 496 с.
6. Производство макаронных изделий: учебное пособие / Сост. Н.И. Демченко - Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 78 с.
7. Автоматизация технологических процессов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л. И. Селевцов, А. Л. Селевцов. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2014. — 352 с.
8. Эксплуатация технологического оборудования хлебопекарного и кондитерского производства. Курс лекций: учебное пособие / Сост. Н.И. Демченко. - Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 76 с.
9. Чернов, М. Е. Производство макаронных изделий быстрого приготовления / М. Е. Чернов. - М.: ДеЛи принт, 2008. - 165 с.
10. Конова Н.И., Назимова Г.И. Технологии перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса: Технология хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств. –Кемерово, 2015. – 156 с.
11. Медведев, Г. М. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий: учебник для вузов. В 3 ч. Ч. 3. Технология макаронных изделий / Г. М. Медведев. - СПб.: ГИОРД, 2006. - 312 с.
12. Пашенко Л.П., Санина Т.В. и др. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий). - М.: КолосС, 2013. – 215 с.
13. Технологическое оборудование хлебозаводов, кондитерского и макаронного производства /краткий курс лекций для студентов направления подготовки 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья / Сост.: О.М. Бутгаев // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2013. – 64 с.
14. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение»: учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, С. А. Вологжанина. - СПб: Лань, 2021. - 208 с.

15. Осипова, Г.А. Проектирование предприятий макаронной промышленности [Текст]: курс лекций (часть 2) / Г. А. Осипова - Орел: Орел ГТУ, 2009. – 125 с.

16. Насруллин, Г.Ш., Оборудование хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства: Учебное пособие / Насруллин Г.Ш., Муратханкызы А., Кабылдаева К.А., Кайрбаева А.Е. - НАО Холдинг «Кәсіпқор», 2019 – 138 с.

http://94.141.242.22/repository/download/tutorial/tutorial_102.pdf

17. Технологическое оборудование макаронных, хлебопекарных и кондитерских предприятий: учебник для студентов специальности 5В072800 - Технология перерабатывающих производств / Н. В. Алексеева, Ж. Серикулы. - Алматы: CyberSmith, 2019. - 148 с.

18. ГОСТ 31743-2012. Изделия макаронные. Общие технические условия. - Введ. 01-07-2013. - М.: Стандартиформ, 2013. - 11 с.

19. ГОСТ 31463-2012. Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия. - Введ. 01-07-2013. - М.: Стандартиформ, 2013. - 8 с.

20. ГОСТ 31491 - 2012. Мука из мягкой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия. - Введ. 01-07-2013. - М.: Стандартиформ, 2013. - 11 с.