

**ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

БМШКЕК 2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И КУЛЬТУРЫ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И. РАЗЗАКОВА

Козыба

**ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и
лабораторным работам для студентов направления 551802
«Пищевая инженерия» специальности 551802.01
«Машины и аппараты пищевых производств»
очной и заочной форм обучения

БИШКЕК 2003

Рекомендовано к печати решением Ученого Совета Кыргызского
технического университета им. И. Раззакова.

Составители: С.В. Кочнева, Л.З. Плахтиенко

Поточные линии пищевых производств: Учебно-методическое
пособие к практическим занятиям и лабораторным работам для студентов
направления 551802 «Пищевая инженерия» специальности 551802.1
«Машины и аппараты пищевых производств» очной и заочной форм
обучения / Кырг.техн.ун-т; Сост.: С.В. Кочнева, Л.З. Плахтиенко.— Бишкек
2003. – 71 с.

ISBN 9967-404-77-9

В первой части содержатся материалы для практических занятий
решения задач по классификации, компоновке поточных линий
проведению их синтеза и анализа, построению операторных моделей
подбору оборудования в поточных линиях.

Во второй части приводятся краткие теоретические основы
производства конкретных пищевых продуктов в поточных линиях
методики выполнения лабораторных работ и способы обработки
полученных расчетных данных.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения
направления 551800 «Технологические машины и оборудование», 551802
«Пищевая инженерия» специальности 552.802.01 – «Машины и аппараты
пищевых производств».

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. А.А. Кулмырзаев;
канд. техн. наук, доц. директор ЧЕАС ОсОО С.Т. Чериков;
директор АО «Гуль-Азык» Г.Д. Дороева.

Таблиц: 12. Библиогр.: 30 наим. Илл. 22. Схем: 3.

П 4001010000-03
ISBN 9967-404-77-9

ББК 36.81
© КТУ, 2003.
Кочнева С.В., Плахтиенко Л.З., 2003

Введение

Главным условием закрепления студентами знаний, полученных из
лекционного курса, являются занятия, цель которых – приобретение
навыков решения практических задач.

Курс «Поточные линии пищевых производств» направлен на
глубокое изучение закономерностей строения, функционирования и
развития технологических линий пищевых производств, с которыми
постоянно приходится иметь дело инженерам – механикам при
организации поточного производства.

В связи с этим студентам необходимо овладеть принципами
компоновки поточных линий, методами построения некоторых моделей
технологических систем, уметь определять тип поточных линий по
основным классификационным признакам, а также уяснить
классификацию транспортирующих систем.

Кроме того, изучение методик расчета и построения поточных линий
способствует приобретению навыков по проектированию новых линий,
повышению степени их механизации и автоматизации, разработке
автоматов пищевых производств.

С этой целью в предлагаемом учебном пособии подобраны задания,
предназначенные для практических занятий в аудитории.

На конкретных примерах показаны принципы построения,
компоновки, классификации, расчета, анализа поточных линий пищевых
производств, а также приведены варианты заданий и содержание
практических занятий.

Дисциплиной «Поточные линии пищевых производств» наряду с
практическими занятиями, предусмотрено проведение лабораторных
работ.

Целевое назначение лабораторных работ:

- получение навыков компоновки поточных линий из предложенного
оборудования конкретного пищевого производства;
- приобретение навыков расчета площадей, занятых под
оборудованием конкретной поточной линии;
- обоснование выбора транспортирующих систем между основным
технологическим оборудованием в линии;
- умение проведение синтеза предложенной машинно-аппаратурной
схемы;
- изучение компоновки поточных механизированных линий в
условиях конкретного производства, деления их на участки.

Часть I. Практические занятия

Занятие I

Классификация поточных линий пищевых производств

Под поточной линией следует понимать систему машин и рабочих мест, расположенных в порядке последовательности технологических операций по обработке объектов производства, которые выполняются одновременно, в определенном заданном ритме.

Классификация поточных линий пищевых производств проводится по следующим признакам. [1,2].

1. По функциональному назначению (т.е. по конечной цели переработки сырья и полуфабриката или обработки изделия):

- линии для приготовления полуфабрикатов;
- линии для формования изделий;
- линии для фасовки, упаковки и завертки изделий.

2. По номенклатуре вырабатываемых изделий:

- однопредметные, вырабатывающие один вид или типоразмер изделий и требующие переналадки технологических машин;
- многопредметные, вырабатывающие несколько видов или типоразмеров изделий и требующие переналадки для каждого из них;
- универсальные, вырабатывающие весь или почти весь групповой ассортимент изделий.

3. По ритму работы:

- прерывно-поточные, в которых нет полной синхронизации всех операций, имеются перерывы в работе оборудования;
- непрерывно-поточные, в которых выполнение всех операций синхронизировано.

4. По виду связи между машинами:

- линии с жесткой связью между машинами и непосредственно передачей обрабатываемого объекта от одной машины к другой; все машины работают с ритмом одинаковым или кратным ритму основной машины;
- линии с гибкой связью между машинами, когда работа каждой машины не является строго зависимой от выбранного ритма линии;
- линии с полугибкой связью между машинами, которые обычно разделяются на отдельные участки, состоящие из групп машин с жесткими связями между собой; в свою очередь участки соединены между собой гибкими связями в виде приемников – накопителей с транспортерами-перегрузчиками.

5. По степени механизации и автоматизации:

- немеханизированные, в которых все технологические транспортные операции выполняются вручную;

- полумеханизированные, в которых наиболее трудоемкие технологические и транспортные операции механизированы, а подача сырья в машины, контроль и регулирование технологического процесса производятся вручную;

- механизированные, в которых осуществлена полная комплексная механизация всех технологических, транспортных и установочно-съемных операций; контроль и регулирование параметров технологических процессов остаются ручными;

- автоматизированные, в которых предусматривается применение устройств для автоматического контроля и регулирования основных технологических процессов, в том числе тепловых, операций дозирования;

- автоматические – это механизированные линии, оснащенные комплексом автоматических устройств для контроля и регулирования всех технологических операций и управления машинами и агрегатами без применения ручного труда.

6. По структуре потока:

- однопоточные, в которых обычно из одного вида сырья вырабатывается один вид продукции; в них производительность и цикл работы всех машин соответствуют работе основной машины;

- многопоточные, которые в свою очередь могут быть:

а) со сходящимися потоками, когда из нескольких видов сырья или полуфабриката вырабатывается один вид изделия;

б) с расходящимися потоками, когда из одного вида сырья или полуфабриката может вырабатываться несколько видов конечного продукта;

в) со смешанными потоками, когда из нескольких видов сырья и полуфабриката может вырабатываться несколько видов готовых изделий.

Помимо этого, в многопоточных линиях выделяют главные и вспомогательные потоки. На главном потоке производятся основные операции по изготовлению изделия, а на вспомогательных – операции по изготовлению дополнительного полуфабриката, тары и т.д.

7. По компоновке:

- сквозные – горизонтальные, которые компонуются в виде прямой линии, Г- и П-образной формы или в виде нескольких параллельных участков со встречным движением обрабатываемых объектов; к ним относятся также линии роторного типа; сквозные вертикальные, в которых широко применяется гравитационный транспорт;

- замкнутые – горизонтальные и вертикальные; в горизонтальных применяются замкнутые системы конвейеров, поворотные перегружающие устройства, приспособления – спутники: формы, лотки, поддоны; в вертикальных замкнутых конвейерных системах специальных перегружающих устройств нет;

Определение типа линии пищевых производств по квалификационным признакам рассмотрим на примере.

Пример. Провести классификацию поточной линии производства сосисок по заданной машинно-аппаратурной схеме (рис 1).

Классификация данной поточной линии представлена в виде табл. 1

Таблица 1

№ п/п	Классификационные признаки	Классификационные подразделения поточных линий
1	2	3
1	Функциональное назначение	Линия для приготовления полуфабриката (сосисок)
2	Номенклатура вырабатываемых изделий	Однопредметная (только сосиски)
3	Ритм работы	Непрерывно-поточный
4	Вид связи между машинами	Полугибкая
5	Степень механизации и автоматизации	Автоматизированная
6	Структура потока	Многопоточная, со сходящимися потоками
7	Компоновка	Сквозная – вертикальная

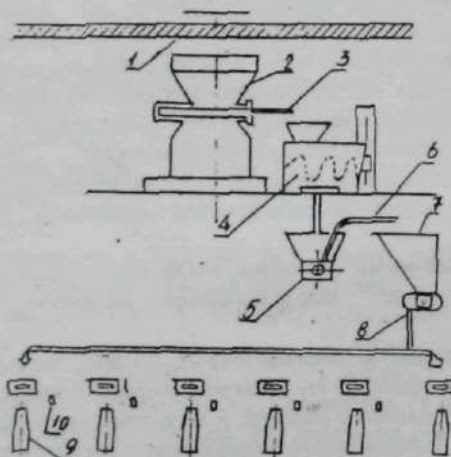


Рис. 1. Линия производства сосисок

1-бункер, 2- волчок, 3- желоб, 4 - куттер-мешалка, 5-насос, 6, 8- трубопроводы, 7- бункер-накопитель, 9-шприцы, 10-кнопки для включения и выключения насоса.

Задание для самостоятельного решения

1. Уяснить классификационные признаки для определения типа заданной поточной линии.
2. Вычертить машинно-аппаратурную схему поточной линии.
3. По построенной схеме линии провести ее анализ согласно общей классификации поточных линий.
4. Выявить и графически представить вид связи между машинами в линии и ее компоновку.

5. Варианты поточных линий для выполнения задания 1 [3,4,5,6,7,8] представлены в таблице 2 [3-8].

Таблица 2

№ п/п	Отрасль пищевого производства	Варианты поточных линий	
		2	3
1.	Мясоперерабатывающая промышленность		<ol style="list-style-type: none"> 1. Поточно-механизированная линия производства котлет. 2. Поточно-механизированная линия производства ливерных колбас. 3. Конвейерная линия боенской обработки водоплавающей птицы без воскования. 4. Поточная линия для обработки слизистых субпродуктов. 5. Линия для обработки шерстных субпродуктов. 6. Поточно-механизированная линия обработки крупного рогатого скота.
2.	Консервная промышленность		<ol style="list-style-type: none"> 1. Поточная линия производства консервированных огурцов. 2. Поточная линия производства овощных закусок консервов. 3. Поточная линия производства овощных обеденных консервов. 4. Поточная линия производства осветленного и неосветленного яблочного сока. 5. Поточная линия производства плодово-ягодных и овощных соков с мякотью. 6. Поточная линия производства консервов для детского питания.
3.	Хлебопекарная, макаронная и кондитерская промышленность		<ol style="list-style-type: none"> 1. Механизированная поточная линия производства завернутой карамели с начинкой. 2. Полумеханизированная поточная линия производства многослойных конфет. 3. Поточная линия обработки шоколадных масс фирмы «Карле» и «Монтанери». 4. Механизированная поточная линия ШЛП для производства сахарного печенья. 5. Поточная линия для производства бараночных изделий. 6. Линия производства пшеничных сдобных сухарей.

Задание выполняют в тетради и защищают перед преподавателем в конце занятия.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются поточные линии?
2. Как различаются поточные линии по ритму работы?

3. Как классифицируются поточные линии по номенклатуре выпускаемых изделий и по структуре потока?

4. Как классифицируются поточные линии по степени автоматизации механизации?

Занятие 2

Построение операторных моделей технологических систем. Строение производственного процесса как системы

Технологическая система (линия) представляет собой совокупность технологических операций. Она обладает новым, системным качеством, которым не располагает ни один из образующих ее элементов, причем технологическая система активно воздействует на свои элементы и преобразует их. В результате этого они претерпевают заметные изменения. Так, со временем изменяются технологические режимы, совершенствуется оборудование, улучшаются условия труда. Цель этих преобразований — усилить интегративные качества системы [1,2].

В целостной технологической системе связь между частями настолько тесна и органична, что изменение одних из них вызывает то или иное изменение других или системы в целом.

При взаимодействии с окружающей средой технологическая система выступает как единое целое.

Целостность технологической системы отражает способность составляющих ее элементов вступать в такого рода взаимодействия, которые обуславливают новые качества системы, не свойственные образующим ее частям.

Совершенствование технологической системы возможно только тогда, когда нам известно, как она устроена и организована.

Части целостной системы — это те структурные единицы, взаимодействие которых порождает присущие данной системе качественные особенности. Поэтому за элемент технологической системы принята технологическая операция. Весь большой процесс в линии мы рассматриваем как технологическую систему, а технологическая операция является пределом членения в рамках качества технологической системы, представляет собой нерасчленимый далее элементарный носитель данного качества.

Системообразующая роль различных элементов технологической системы неодинакова: одни являются стержнем системы, а другие обслуживают ведущий компонент, одновременно активно на него воздействуя.

Поэтому существует понятие централизованной системы, т.е. ведущей роли одного или группы компонентов. Она характерна тем, что малые изменения в ее ведущей части отражаются на всей системе, вызывая значительные изменения в последней.

Большое значение имеет также структура системы, определяющая специфику взаимодействия образующих ее компонентов. Каждой конкретной технологической системе присуща своя структура, причем с усложнением технологии, с увеличением числа операций усложняется ее структура. Структура технологической системы всегда пространственно-временная, т.к. важное значение имеют пространственные отношения между элементами и оптимальное расположение ее элементов в производственном цехе.

Технологическая система функционирует не изолированно, а в определенной взаимосвязи с окружающей средой производственного цеха. Окружающую среду составляют внешние по отношению к системе процессы, с которыми система взаимодействует и которые оказывают влияние на ее функционирование.

Системные методы исследования и совершенствование промышленных комплексов требуют определения границ между технологической системой и окружающей средой. Это имеет большое значение для оптимизации функционирования поточной линии и ее развития.

Системный анализ и синтез производственного процесса

Системный анализ — это определение места и роли каждого элемента в целостной системе. Причем это не произвольное разделение системы на составляющие; оно имеет предел, выход за который означает потерю ее специфики. Этот последний носитель данного качества системы называется элементом.

Приступая к системному анализу технологической линии, следует учитывать, что ее компоненты неравноценны в обеспечении определенного уровня — целостности т.е. стабильного функционирования. Имеется центр системы — одна или несколько частей, в которых осуществляются самые сложные процессы. Выделение центра системы необходимо также для изучения условий и возможностей ее развития, установления основных направлений, совершенствования техники и технологии данного производства.

Анализ должен начинаться с центра системы; исследование других частей целесообразно после изучения закономерностей ее основы — главной, ведущей части.

Представим технологическую схему пищевого производства в виде графа целей и задач, вершины которого — цели подсистем, а ребра — задачи, поставленные перед соответствующими подсистемами (рис 2).



Рис.1. Граф целей и задач технологической системы

Цели графа – это технологическая автономия, присущая любому производству.

Задачи - характеризуют технологические операции, реализуемые в процессе функционирования линии для достижения этих целей.

Систему, в зависимости от цели анализа, можно рассматривать в обоих направлениях – *вход – выход* и *выход – вход*; т.к. нас интересует продукция, то рассматривать процессы в поточной линии имеет смысл от выхода к входу.

Если обозначить подсистемы А,В,С, начиная с конца линии, тогда поточную линию можно представить как совокупность нескольких подсистем трех видов (А,В,С), каждая из которых в качестве элементов содержит не менее 2-х технологических операций, т.к. подсистема не может состоять из одного элемента. Выделение подсистем – важный этап при построении формального описания технологической системы, т.к. ряд задач, связанных со свойствами системы, может быть решен при изучении соответствующих подсистем. Итак, в составе любой линии можно выделить три основных подсистемы, начиная с конца линии:

А – для изготовления готовой продукции из окончательного полуфабриката;

В – для получения окончательного полуфабриката из промежуточных полуфабрикатов;

С – для образования промежуточных полуфабрикатов из исходного сырья.

При функционировании подсистемы А нормативные значения потребительских свойств готовой продукции получаются в результате преобразования окончательного полуфабриката, имеющего определенные технологические свойства. Отличительная особенность окончательного полуфабриката – это то, что его состав и строение соответствуют только одному конкретному наименованию готовой продукции. Поэтому каждой подсистеме А в составе линии должна предшествовать подсистема В, обеспечивающая получение окончательного полуфабриката из промежуточных полуфабрикатов.

Подсистема В – наиболее ответственная, центральная подсистема любой технологической линии. При всем многообразии свойств промежуточных полуфабрикатов с помощью подсистемы В должен образоваться окончательный полуфабрикат, строение и состав которого не подлежат в дальнейшем пересмотру или корректировке. Если показатели свойств окончательного полуфабриката изменяются в пределах более допустимых, то получают либо дефектную продукцию, либо продукцию другого наименования. В обоих случаях цель функционирования линии не будет достигнута.

Подсистема С – предназначена для подготовки исходного сырья к переработке, а также для преобразования потребительских свойств сырья, чтобы обеспечить эффективное извлечение полезных веществ и оптимальные условия для получения требуемого состава и строения промежуточных полуфабрикатов.

Число подсистем в составе линии и конкретные задачи их функционирования зависят от способа преобразования исходного сырья и вида выпускаемой продукции. При переработке сырья методом разборки в состав линии вводят обычно одну подсистему С, а число подсистем А и В равно числу видов выпускаемой готовой продукции. В линиях, предназначенных для выпуска готовой продукции методом сборки исходного сырья, как правило, имеется по одной подсистеме А и В, а число подсистем С зависит от числа промежуточных полуфабрикатов, из которых необходимо собрать окончательный полуфабрикат.

Технологическая система может быть представлена при помощи графического изображения технологических операций с использованием принципа «выход – вход» в виде *операторной модели*.

Для изображения технологической системы в виде операторной модели используются следующие условные обозначения типовых процессов – *процессоров* пищевых производств (рис.2)

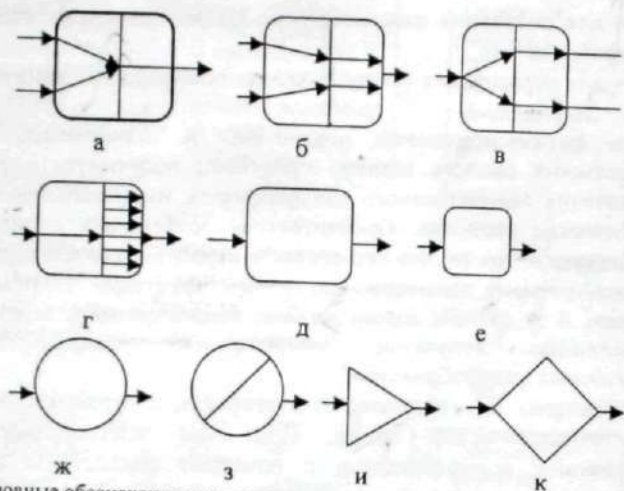


Рис.2. Условные обозначения типовых процессов пищевых производств (процессоры): а – соединение без сохранения поверхности раздела исходных компонентов – смешивание; б – соединение с сохранением поверхности раздела соединяемых компонентов – образование слоя покрытия или слоя начинки; в – разделение; г – измельчение; д – сложный процесс – комплекс физических, химических и микробиологических процессов; е – придание пищевому продукту формы; ж – термообработка; з – изменение агрегатного состояния; и – дозирование; к – ориентирование

Эта модель дает возможность моделировать само строение технологической системы и выполнить системный анализ и системный синтез объекта.

Системный синтез – это мысленное воссоединение частей, границы которых были установлены в процессе анализа.

Операторная модель строится в следующем порядке:

а) изучается схема производства и рецептура изделия или полуфабриката;

б) разрабатывается граф целей и задач, выделяя автономные технологические цели внутри производственного процесса;

в) выделяются подсистемы;

г) с помощью условных обозначений процессов внутри подсистем изображаются операторы;

д) операторы соединяются материальными потоками;

е) представляется спецификация подсистем и операторов.

Операторные модели отражают две стороны создаваемых систем: функции, выполняемые системой (т.е. то, что она делает), и методы (т.е. то, как и какими способами реализуются эти функции). В операторных моделях функции обозначаются видом связей между процессорами (типичными процессами), а методы – видом процессоров.

Операторная модель позволяет разделить и связать функции и методы. Она состоит из цепочки взаимосвязанных элементов операторов, где качество каждой операции определяется тем, как она выполняется. В такой цепи все методы должны быть равноценны. (Нет необходимости применять точные, совершенные методы и средства для выполнения одних функций в системе и грубые, примитивные – для других.)

Поэтому использование операторных моделей позволяет более объективно определить и обосновать целесообразность того или иного варианта усовершенствования технических средств системы.

Пример. Для построения операторной модели взята в качестве примера технологическая схема производства ириса «Золотой ключик». Построение технологической схемы производства изделия представлено на рис.3.

После построения технологической схемы должна быть представлена и рецептура изделия (табл.1).

Рецептура №3 ириса «Золотой ключик».

Полутвердый молочный ирис прямоугольной формы. Вырабатывается на формующе-заверточных машинах.

В 1 кг содержится завернутого ириса не менее 220 шт. Влажность ириса 6,0 + 2,0%.

Таблица 1

Сводная рецептура

Наименование сырья	Содерж. сухих веществ, %	Расход сырья по сумме фаз, кг		Общий расход сырья	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Молоко сгущенное	74	451,93	334,43	455,3	336,6
Сахарный песок	99,83	349,00	348,4	351,7	351,2
Патока	76	296,26	231,08	296,5	232,6
Масло сливочное	64	45,30	38,03	45,6	38,3
Эссенция ирисовая	-	4,00	-	4,00	-
Итого	-	1146,49	952,04	1155,1	959,2
Выход	94	1000,0	940	1000,0	940,0

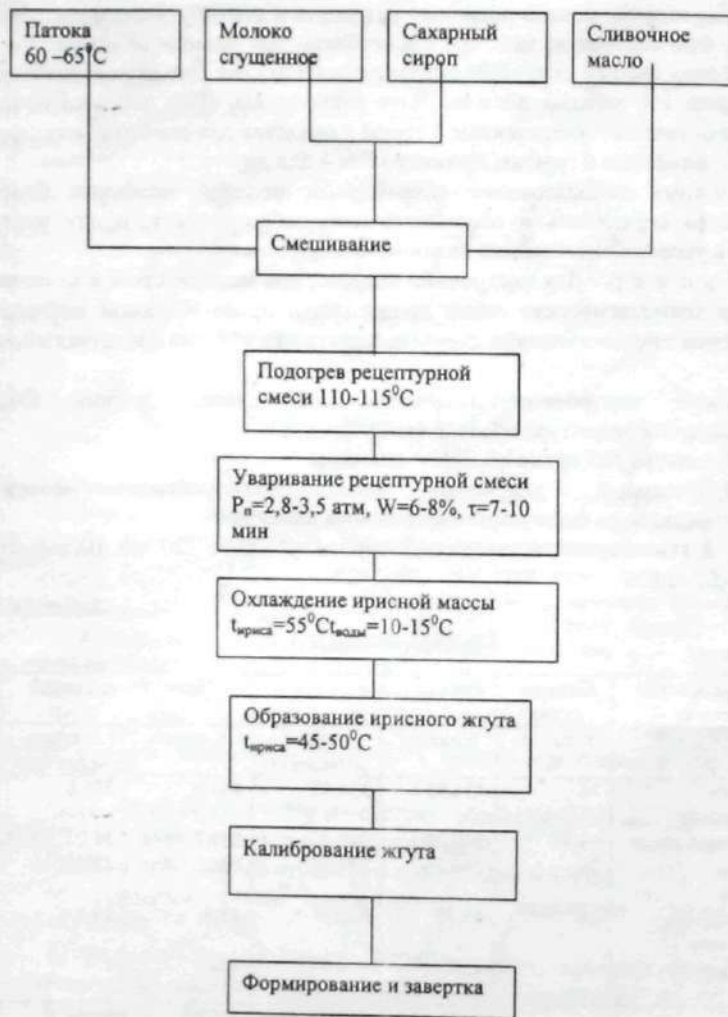


Рис. 3. Технологическая схема производства ириса «Золотой ключик»

С целью уяснения технологии производства ириса «Золотой ключик» вычерчивается операторная модель технологической системы с приведением спецификации подсистем и операторов (рис.4).

Спецификация подсистем и операторов сводится в следующую табл. 2.

Таблица подсистем и операторов технологической системы производства ириса «Золотой ключик».

Таблица 2

Обозначения		Элементы систем и подсистем
Подсистем	Оператор	
1	2	3
A	I	Подсистема образования изделий с показателями качества, соответствующими стандарту.
	II	Оператор образования завернутого ириса.
	III	Оператор образования жгута ирисной массы.
C ₁		Оператор образования ирисной массы с заданными физико-механическими свойствами.
		Подсистема образования продукта с заданными технологическими показателями качества.
C ₂	I	Оператор образования ирисной массы
	II	Оператор образования уваренной рецептурной смеси.
		Подсистема с заданными технологическими показателями качества.
	I	Оператор образования термостатированной рецептурной смеси.
	II	Оператор образования рецептурной смеси.

Задание для самостоятельного решения

1. Ознакомиться с технологической схемой производства заданного продукта или полуфабриката и вычертить ее [10-16].
2. Представить рецептуру изготавливаемого изделия согласно соответствующим технологическим инструкциям.
3. Вычертить операторную модель технологической схемы соответствующего производства.
4. Произвести спецификацию подсистем и операторов.

Варианты поточных линий для выполнения задания 2 представлены в табл.3.

В пищевой промышленности применяются поточные линии параллельным соединением машин и агрегатов и поточные линии последовательными соединением. Необходимое количество машин аппаратов в линии определяют [17]:

а) для оборудования непрерывного действия:

$$n = G_n / G_m,$$

где G_n – производительность линии кг/с, шт/с;

G_m – производительность одной машины (аппарата) согласно технической характеристике, кг/с, шт/с;

б) для оборудования периодического действия

$$n = G_n \tau / V,$$

где τ – время полного цикла работы машины или аппарата (загрузка, обработка, выгрузка) с;

V – рабочая вместимость машины (аппарата), кг/с, шт./с.

Если в результате расчета получается дробное число, то принимаем ближайшее большее целое число.

Пример 1. Определить необходимое количество двоярных протирочных машин непрерывного действия, если в поточной линии производства томатного сока на протирание поступает 25 тонн дробленой томатной массы в час, а производительность машины типа КПТ составляет 10 т/ч.

Необходимое количество машин составит $n = 25/10 = 2,5$ шт. принимаем 3 машины. Для каждой машины или аппарата периодического действия определяют очередность работы, т.е. время начала и окончания каждой операции, входящей в производственный цикл. Эти данные особенно важны для типовых аппаратов, так как исходя из времени включения и выключения, подачи пара составляют графики паронапряжения.

Зная интервал загрузки и режим работы аппаратов или машин периодического действия, определяют очередность их работы и количество необходимого оборудования.

Пример 2. Определить число автоклавов, необходимых для стерилизации консервов.

Производительность укупорочной машины – 35 банок I – 83 – 50 баклажанной икры в минуту (0,17 банок в секунду). Количество банок загружаемых в двухсетчатый автоклав, – 912, продолжительность полного цикла работы автоклава – 9000 с.

1. Производительность автоклава составит $G_n = 912/9000 = 0,1$, банки секунду, (6 банок в минуту).
2. Количество необходимых автоклавов $n = 35/6 = 5,83$ – принимаем автоклавов.

2. Выбор производительности основного оборудования в поточных линиях.

Производительность поточных линий исчисляется по производительности последней машины потока, но она предопределяется производительностью основного ведущего технологического оборудования.

К основному оборудованию относятся технологические машины и аппараты, на которых производятся основные технологические процессы, например, выпарные аппараты, обжарочные печи, закаточные машины, формирующие машины, стерилизационные аппараты.

В поточных линиях все машины и аппараты должны быть согласованы по ритму и производительности с основным оборудованием.

При определении производительности поточных линий необходимо рассматривать производительность основного оборудования в зависимости от выбранного ассортимента продукции, возможных потерь рабочего времени, потерь продукта на отдельных участках и ряда других факторов.

При расчете производительности основного оборудования следует рассматривать теоретическую и действительную производительность.

Под *теоретической* производительностью понимается количество продукции, которое может быть выработано машиной за единицу времени (секунда, час) – при бесперебойной и непрерывной работе без брака и потерь обрабатываемого материала. Для каждой машины эта производительность при принятом технологическом режиме является величиной постоянной, так как производительность машин для выпуска штучной продукции определяется по формуле [17]:

$$G_t = 60 \omega / T_p, \text{ шт./ч,}$$

где ω – количество потоков одновременно вырабатываемой продукции;

T_p – рабочий цикл машин, мин.

Действительная производительность определяется [1]:

$$G_g = \eta_m \psi \alpha G_t, \text{ кг/ч,}$$

где G_t – теоретическая производительность, кг/ч;

η_m – коэффициент использования рабочего времени;

ψ – коэффициент, учитывающий количество возвратных отходов;

ϕ – коэффициент, учитывающей потерю производительности

в результате невыпуска продукции из-за нарушения

регулировки машины или несоблюдения технологического режима;

α – коэффициент, учитывающий снижение производительности, из-за потерь продукции;

Пример. В линии VFU-01 для производства консервированных огурцов основным оборудованием является закаточная машина (см. рис.1).

Производительность закаточных полуавтоматов (банок в секунду) определяется [21]:

$$P_{шт} = 1 / (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3),$$

где τ_1 – продолжительность подачи банок в машину, с;

τ_2 – продолжительность при вальцовке крышек к корпусу, с;

τ_3 – продолжительность удаления банки из машины, с;

Производительность закаточных автоматов (банок в секунду) определяется:

$$P_3 = N/\tau_k,$$

где N – число рабочих патронов второй операции;

τ_k – продолжительность кинематического цикла, с.

Задание для самостоятельного решения

1. Вычертить машинно-аппаратурную схему поточной линии.
2. В поточной линии определить основное – ведущее – оборудование, от которого зависит производительность поточной линии.
3. Выбрать оборудование поточной линии, согласованное по ритму производительности с основным оборудованием, подобрать марку и количество.
4. Рассчитать производительность основного – ведущего оборудования.

Варианты поточных линий для выполнения задания 3 представлены в табл. 1.

Таблица 1

№	Отрасль пищевого производства	Варианты поточных линий
1	2	3
1.	Мясоперерабатывающая промышленность	1. Поточная линия производства ливерных колбас. 2. Поточная линия производства полукопченых колбас.
2.	Консервная промышленность	1. Поточная линия производства томатного сока. 2. Поточная линия производства виноградного сока.
3.	Хлебопекарная, макаронная и кондитерская промышленность	1. Автоматическая поточная линия производства леденовой завернутой карамели «Дюшес». 2. Поточная линия производства завернутого ириса.

Задание выполняют в тетради и по окончании занятий защищают перед преподавателем в устной форме.

Контрольные вопросы

1. По каким параметрам подбирается основное оборудование поточной линии?
2. Как рассчитывается необходимое количество машин и аппаратов линии?
3. Как определяется производительность поточной линии?
4. Что понимается под теоретической и действительной производительностью основного оборудования?

Расчет площади, занимаемой поточной линией

Площадь, занимаемая механизированной или автоматизированной поточной линией, определяется по габаритам выбранного технологического оборудования с учетом необходимых проходов и площадей для обслуживания машин и аппаратов.

Оборудование в поточной линии размещают в соответствии с технологией обработки отдельных видов продукта, требованиями охраны труда и техники безопасности. Учитывают расстояние между оборудованием и предусматривают проходы между машинами.

Исходными показателями для разработки компоновки являются:

1. Данные расчета площадей отдельных помещений.
2. Схемы технологических потоков.
3. Принятая конфигурация поточной линии, этажность и особенности объемно – планировочного решения здания.

Особенности компоновки поточных линий в зависимости от типа предприятия устанавливаются действующими строительными нормами и правилами для соответствующих отраслей производства.

Общая площадь состоит из полезной площади и площади на проходы.

Полезная площадь определяется как сумма площадей выбранного технологического оборудования. Общая площадь поточной линии определяется, как отношение полезной площади к коэффициенту использования:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{полез}}/\eta$$

где $F_{\text{полез}}$ – полезная площадь поточной линии, м²;

η – коэффициент использования.

Коэффициент использования для мясоперерабатывающего производства принимается равным 0,4 для консервного производства – 0,35, для хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства – 0,5.

Для расчета полезной площади поточной линии составляем табл. 1.

Таблица 1

Расчет площади линии

№	Выбранное оборудование	Марка оборудования	Размер, мм, м			кол-во принятого оборудования	Площадь
			длина	ширина	высота		
1	2	3	4	5	6	7	8

Пример. Произвести расчет полезной и общей площади поточно-механизированной линии производства томатного сока А9-КЛ9-70 (см. рис. 1)

Таблица 2

Расчет полезной площади поточно-механизированной линии производства томатного сока А9-КЛ9-70

№	Выбранное оборудование	Марка оборудования	Размер в мм, м			Кол-во принятого оборуд.	Площ. заним. оборуд. Мм ² , м ²
			длина	ширина	высота		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Вентиляторно-мощная машина.	А9 - КМБ-8	4,5	1,05	1,9	2	9,45
2.	Сортировочный конвейер.	А9 - К2 - 110,0	6,79	1,42	2,1	1	9,64
3.	Агрегат томатно-соковый	А9-КАВ	6,0	1	2,012	2	12
4.	Автоматический наполнитель	АНС-М	1,25	1,7	1,9	1	2,125
5.	Деаэратор (эксаугстер)	А2 - КЛ П-75/2	2,4	0,2	0,5	1	0,48
6.	Автоматическая закаточная машинка	Б4-КЗК 110	2,02	1,05	2,08	1	2,13
7.	Пастеризатор-охладитель с насосом	А2-КЛ П-75/1	21,5	6,5	2,8	1	139,75
		Г2-ОПБ	0,48	0,25	0,39	1	0,118
8.	Полезная площадь						47,7

Общая площадь поточно-механизированной линии составит:

$$F_{\text{общ}} = 174,7/0,35 = 499,12 \text{ м}^2.$$

Задание для самостоятельного решения.

1. Вычертить машинно-аппаратурную схему поточной линии.
2. Подобрать оборудование в поточной линии: тип, марку, габаритные размеры его и внести в таблицу.
3. По табличным данным рассчитать полезную площадь поточной линии.

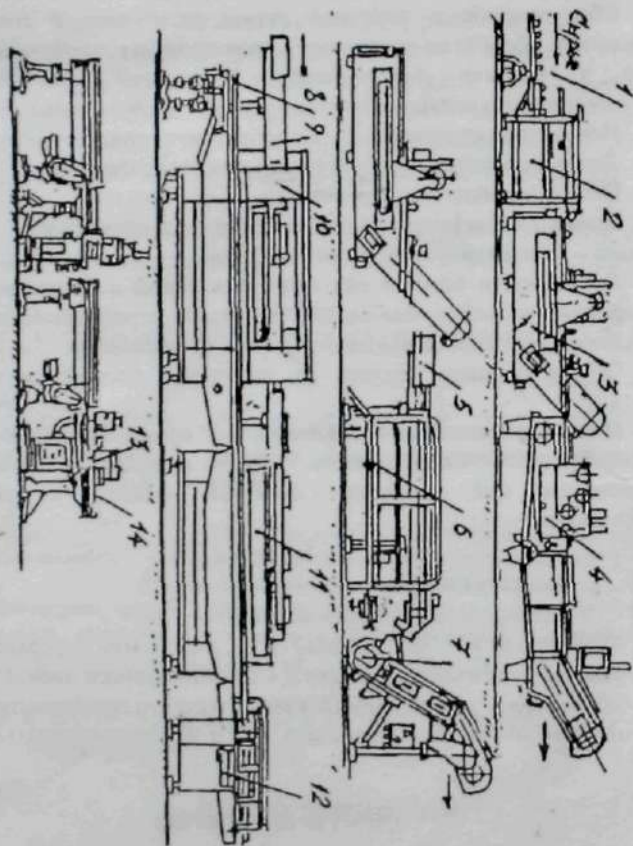


Рис. 1. Линия производства консервированных огурцов

- 1 - ролик-гит; 2 - опрокидыватель; 3 - мощная машина; 4 - бланшировальщик; 5 - сортировочный транспортер;
- 6 - площадка для обслуживания; 7 - лэватор; 8, 9 - транспортеры; 10 - вибрационный наполнитель;
- 11 - инспекционный стол; 12 - накопитель; 13 - закаточная машина; 14 - накопительный стол.

4. Рассчитать общую площадь поточной линии согласно коэффициентам использования соответствующих отраслей производства.

Варианты поточных линий для выполнения задания 4 представлены в табл. 3.

Таблица

№	Отрасль пищевого производства	Варианты поточных линий
1	2	3
1.	Мясоперерабатывающая промышленность	Расчет площади для поточной линии производства вареных колбас производительностью 500 кг/ч. Расчет площади поточной линии для производства варено-копченых колбас производительностью 1500 кг/ч.
2.	Консервная промышленность	Расчет площади для поточно-механизированной линии производства томат-пасты производительностью 200 т/сут. Расчет площади для поточно-механизированной линии производства повидла производительностью 4000 т/час.
3.	Хлебопекарная, макаронная и кондитерская промышленность	Расчет площади для поточно-механизированной линии производства зефира «Яблочный», уложенного в коробки производительностью 1000 кг/см. Расчет площади для поточно-механизированной линии производства халвы в брикетах производительностью 1,5 т/см.

Задание выполняют в тетради и по окончании занятий защищают перед преподавателем в устной форме.

Контрольные вопросы

1. Как размещается оборудование в поточной линии?
2. Как определяется общая площадь поточной линии?
3. Что называется коэффициентом использования?
4. Чем определяются особенности компоновки поточных линий?

Циклические транспортирующие системы поточных линий

Циклические работающие системы

Транспортирующие устройства являются важнейшими узлами поточных линий пищевых производств. Полуфабрикаты и изделия в процессе их изготовления автоматически перемешаются между отдельными технологическими машинами и аппаратами линии. Кроме того, транспортирующие устройства являются неотъемлемой частью большого числа технологических машин, причем все транспортные средства увязываются по производительности с основным оборудованием и работают синхронно с ним [2].

В поточных линиях широко применяются циклически работающие технологические машины, полуавтоматы и автоматы, как однопозиционные, так и многопозиционные, выпускающие в единицу времени строго постоянное количество штучной продукции.

В таких случаях конвейеры должны перемещать каждую единицу продукции на определенно-постоянное расстояние (шаг) за период времени, равный или кратный рабочему циклу технологической машины т.е. они должны иметь постоянный (фиксированный) рабочий цикл перемещения объекта.

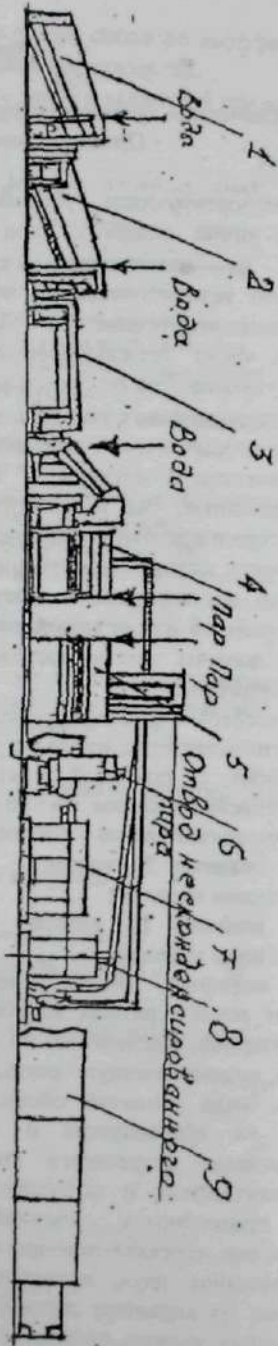
Конвейеры с фиксированным рабочим циклом и шагом перемещения продукта называются *циклически работающими конвейерами*. При этом, в соответствии с принятой классификацией, циклически работающие технологические машины, в свою очередь, подразделяются на 3 класса:

- а) машины I класса – однопозиционные, без перемещения изделий;
- б) машины II класса – многопозиционные, с периодическим перемещением изделий;
- в) машины III класса – многопозиционные, с непрерывным перемещением изделий.

В поточных линиях пищевых производств часто встречается сочетание машин разных классов, связанных между собой смежными транспортерами, различными по характеру движения. Они должны иметь жесткую кинематическую связь, характер которой зависит от свойств продукта, вида движения обоих транспортеров, способа распределения изделий на транспортере и т.д. Такое сочетание двух соседних транспортеров встречается также в технологических машинах, распределительных и загрузочно-разгрузочных устройствах. При этом часто применяются специальные перегружающие устройства: стелкиватели, переключатели каретки или другие механизмы.

Сочетание двух, последовательно установленных транспортеров, различных по характеру движения и имеющих между собой жесткую кинематическую связь, называется *транспортирующей системой*

Рис. 1. Поточно-механизированная линия производства томатного сока К9 - КЛ9 - 70.
 1,2 - вентиляторные моечные машины А9-КМБ-8; 3 - сортировочный конвейер А9-К2-1,10,0;
 4,5 - агрегат томатно-соковых дробя А9-КАВ; 6 - автоматический наполнитель АНС-М;
 7 - дезаратор (экструдер) А2-КАП-722; 8 - автоматическая закаточная машина Б4-КЭК-110;
 9 - пастеризатор-охладитель А2-КШП-75/1 с насосом ОБП



поточной линии, а транспортируемые по ним предметы - объектами транспортирования.

Основы классификации циклических транспортирующих систем

В основу классификации циклических транспортирующих систем поточных линий положены следующие классификационные подразделения и признаки:

- вид системы* - определяется способом передачи объекта с одного транспортера на другой с учетом свойств перемещаемых объектов;
- класс системы* - сочетание способов распределения объектов на обоих транспортерах;
- группа системы* - сочетание характера движения обоих транспортеров;
- подгруппа системы* - определяется видом перегружающего устройства;
- тип системы* - определяется сочетанием перечисленных признаков классификации.

Рассмотрим подробнее перечисленные классификационные подразделения и их признаки.

а) Виды систем.

Способ передачи объекта с одного транспортера на другой определяется изменением взаимного расположения оси объекта и вектора его скорости при переходе с одного транспортера на другой.

В поточных линиях пищевых производств по этому признаку выделяют два основных способа передачи объектов:

I способ, для которого характерно сохранение относительной ориентации - взаимного расположения оси объекта и вектора скорости.

II способ, для которого характерно изменение относительной ориентации, - взаимного расположения оси объекта и вектора скорости. На рисунке.1 показаны принципиальные схемы этих способов передачи объектов.

Таким образом, при I способе возможны два основных варианта:

- прямая передача объекта с транспортера 1 на транспортер 2, при котором ось объекта Z-Z и вектор скорости сохраняют свое направление в пространстве (см.рис.1,а) Это - система I вида для продольной передачи объектов;

- передача под прямым углом при помощи поворотного транспортера 3, при которой и ось объекта, и вектор скорости одновременно меняют в пространстве свое направления (см. рис. 1,б). Это - система I вида для поперечной передачи объектов.

При II способе передачи объектов также возможны два основных варианта:

- поперечная передача, при которой вектор скорости меняет свое направление в пространстве, а ось объекта сохраняет его (см. рис.1,в). Это система II вида для поперечной передачи объектов,

- продольная передача, при которой объект поворачивается на 90° , а вектор скорости сохраняет свое направление (см. рис. 1, г); система II вида для продольной передачи объектов.

б) Свойства объектов.

Условия передачи объекта с транспортера на транспортер зависят от физико-механических свойств перемещаемого объекта. Для определения вида транспортирующей системы введено понятие «жесткий» («твердый») объект, обозначаемый в дальнейшем индексом Т, «нежесткий» («мягкий»), обозначаемый индексом М.

Под основным свойством жесткого объекта, с точки зрения транспортирования, имеется в виду допустимость его относительного движения (скольжения) по рабочим поверхностям транспортирующих органов. Ограниченная допустимость скольжения нежестких объектов обуславливается возможностью нежелательного изменения линейных размеров объекта или опасностью разрушения наружного слоя объекта.

Таким образом, классификационный вид системы определяется различным сочетанием относительной ориентации объектов с учетом физико-химических свойств. При этом выделяется 4 основных вида системы:

- системы видов IT и IM для передачи жестких и нежестких объектов с сохранением относительной ориентации (взаимного расположения первоначальной оси объекта и вектора скорости);
- системы видов IT и IM для передачи жестких и нежестких объектов с изменением относительной ориентации.

в) Классы систем и способы распределения объектов на транспортерах.

Под классом транспортирующей системы понимается сочетание способов распределения объекта на обоих транспортерах. В поточных линиях пищевых производств встречаются четыре основных вида распределения объектов на одном транспортере:

- равномерное, одно- или многопоточное;
- групповое, одно- или многопоточное (на рисунке 2; а показана схема равномерного многопоточного распределения).

Объекты движутся на транспортере в m потоков (продольных рядов). В каждом потоке объекты длиной l расположены вдоль оси движения транспортера, с равномерным шагом L и одинаковыми зазорами между объектами a . В поперечном направлении объекты располагаются с равномерным шагом L' и зазорами a' . Если объекты расположены одним потоком ($m=1$), то такое распределение будет равномерным однопоточным. Равномерному многопоточному распределению присвоен индекс P_m , а однопоточному – индекс Р.

На рисунке 2.6 показана схема группового многопоточного распределения объектов. Они также расположены m потоками, но вдоль оси движения расположены группами по Z рядов (на рисунке $Z=4$). Внутри групп объекты располагаются с равномерным шагом L и равными

внутригрупповыми зазорами a . Длина группы объектов равна I . Группы, в свою очередь, расположены вдоль оси движения с равномерным шагом L_z и равными межгрупповыми зазорами a_z . При $m=1$ получим однопоточное групповое распределение. Групповому многопоточному распределению присвоен индекс Γ^m , а однопоточному – индекс Г.

В транспортирующих системах поточных линий имеет место сочетание различных видов распределения объектов на обоих транспортерах.

10 сочетаний по способу распределения объектов определяют основные классы транспортирующих систем.

г) Группы систем и характер движения транспортеров.

Группа систем – это сочетание характеров движения обоих транспортеров. В поточных линиях пищевых производств имеет место три вида движения одинарных транспортеров:

- а) непрерывное – движение с постоянной скоростью, обозначаемое индексом Н;
- б) прерывистое – периодическое движение с остановками, обозначаемое индексом D;
- в) переменное – периодическое движение с двумя скоростями, поочередно меняющимися в пределах одного цикла, обозначаемое индексом Г.

В поточных линиях имеют место 9 сочетаний характеров движения 1 – го и 2 – го транспортеров.

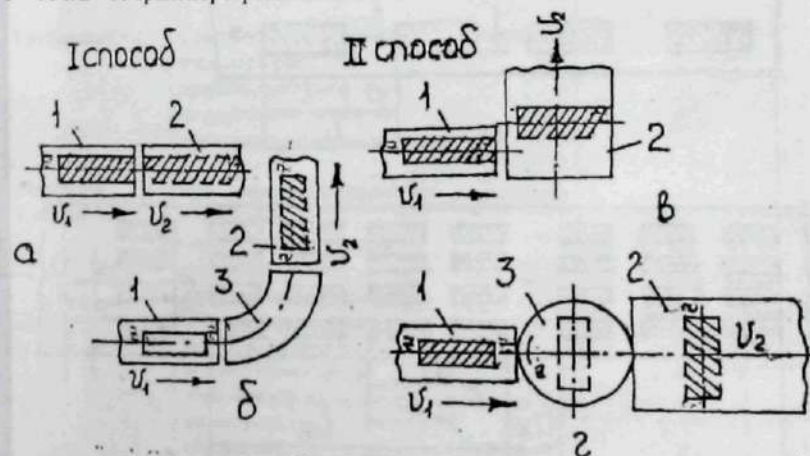


Рис. 1. Основные способы передачи объектов с транспортера на транспортер: I – с сохранением взаимного расположения первоначальной оси объекта и вектора скорости (а – продольная передача, б – поперечная передача); II – с изменением взаимного расположения первоначальной оси объекта и вектора скорости (в – поперечная передача, г – продольная передача); 1 и 2 – транспортеры; 3 – перегружающее устройство.

д) Подгруппы систем и основные перегружающие устройства.

Подгруппа системы определяется видом применяемого перегружающего устройства. В поточных линиях применяются следующие перегружающие устройства:

1. Для продольной передачи объектов:

- перегружающие каретки – с индексом «К»;
- отсекатели с поступательным или качательным движением – индексом «О»;
- ротационные перегружатели – с индексом «Р»;
- дисковые перегружатели – с индексом «Д»;
- угловые транспортеры – с индексом «У»;
- поворотные транспортеры – с индексом «Т».

д) Типы систем и их обозначения.

Типы систем – это сочетание вида, класса, группы и подгруппы системы. Применяемая классификация для циклических транспортирующих систем представлена в табл. 1.

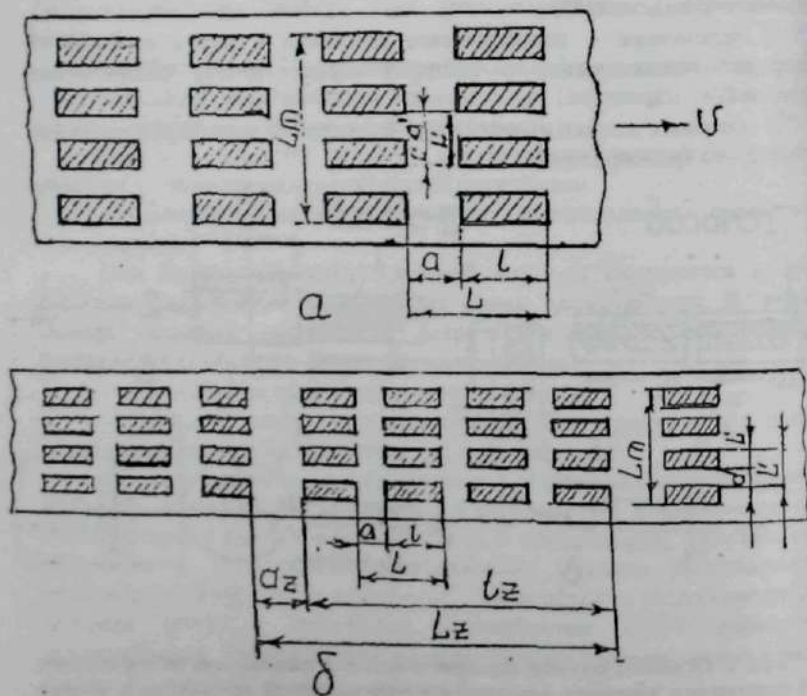


Рис. 2. Основные виды ориентированного распределения штучных объектов на транспортерах: а – равномерное распределение; б – групповое распределение

Основы классификации циклических транспортирующих систем поточных линий пищевых производств

Подразделения	Признаки классификации	Обознач. признаков
1	2	3
Вид системы	Сочетание способов передачи и свойства объектов: а) способы передачи: I способ – с сохранением относительной ориентации – взаимного расположения оси объекта и вектора скорости II способ – с изменением относительной ориентации – взаимного расположения оси объекта и вектора скорости. б) свойства объектов: жесткие объекты нежесткие объекты	I II Т М
Класс системы	Сочетание способа распределения объектов на 1-м и 2-м по ходу движения транспортерах: равномерного многопоточного равномерного однопоточного группового многопоточного группового однопоточного	P_1^m P_1 Γ_1^m Γ_1
Группа системы	Сочетание характеров движения транспортеров: прерывистого движения непрерывного движения движения с переменной скоростью	Д Н Ц
Подгруппа системы	Вид перегружающего и поворотного устройства: перегружающая каретка отсекатель ротационный перегружатель полочный перегружатель дисковый перегружатель угловой транспортер сталкиватель на один или несколько (m) потоков поворотный транспортер	К О Р П Д У c, c^m Т
Тип системы	Сочетание перечисленных признаков классификации	Сочетание обозначений

Примечание. Индекс i у обозначений классификационных признаков означает номер или название транспортера.

Для краткости и удобства пользования каждый тип системы можно представить через классификационные признаки в виде табл. 2.

Схема обозначения транспортирующих систем

Способ передачи объекта	Свойство объекта	1-й (по ходу) транспортер		2-й (по ходу) транспортер		Перегружающее устройство
		способ распр. объекта	характер движения	способ распр. объекта	характер движения	
I или II	T или M	P_1^m, Γ_1^m	H_1, D_1, P_1	P_2^m, Γ_2^m	H_2, D_2, P_2	к, р, д, и т.д.

П р и м е р. В качестве примера приведена расшифровка транспортирующих систем. Расшифровать транспортирующую систему $M T_1, P_2, H_{2к}$.

- Это система I вида для продольной передачи нежестких объектов;
- с групповым однопоточным распределением объектов на 1-м транспортере и переменной скоростью его движения;
- равномерным однопоточным распределением объектов на 2-м транспортере и его непрерывным движением;
- с применением перегружающего устройства в виде каретки.

Задание для самостоятельного решения

1. Уяснить классификацию циклических транспортирующих систем и их основные типы.
2. Представить заданную поточную линию в виде машинно-аппаратурной схемы.
3. Выделить в заданной поточной линии транспортирующие системы.
4. Представить выделенные транспортирующие системы через шифрованное обозначение в виде сочетания обозначений классификационных признаков.

Варианты поточных линий для выполнения задания представлены в табл. 3 [3-8].

№ п/п	Отрасль пищевого производства	Варианты поточных линий
1.1	Мясоперерабатывающая промышленность	Поточно-механизированная линия производства жестетары.
2	Консервная промышленность	Поточно-механизированная линия производства пельменей, упакованных в пакки.
		Поточно-механизированная линия производства жестетары.
3	Хлебопекарная, макаронная и кондитерская промышленность	Поточно-механизированная линия производства консервированных огурцов.
		Поточно-механизированная линия производства карамели с фруктово-ягодной начинкой.
		Поточно-механизированная линия производства вафель с начинкой

Задание выполняют в тетради и защищают перед преподавателем в конце занятия.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под транспортирующей системой поточной линии?
2. Что называется объектами транспортирования?
3. Какие понятия положены в основу классификации циклических транспортирующих систем?
4. От чего зависит выбор способа передачи объекта с одного транспортера на другой?
5. Что понимается под классом транспортирующей системы?
6. Как схематически обозначаются транспортирующие системы?

Библиографический список

1. Лунин О.Г. Поточные линии кондитерской промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1970.
2. Технологическое оборудование пищевых производств /Под ред. Азарова Б.М.-М.: Агропромиздат, 1988.
3. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1971.
4. Дикис М.Я. Технологическое оборудование консервных заводов. -М.: Пищевая промышленность, 1969.
5. Технологическое оборудование консервных заводов. Учеб. -М.: Агропромиздат, 1986.
6. Ситников Е.Д., Качанов В.А. Оборудование консервных заводов. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
7. Мищенко Е.П., Гольдман Е.И. Технология и оборудование колбасного производства. -М.: Пищевая промышленность, 1989.
8. Маршалкин Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. -М.: Пищевая промышленность, 1968.
9. Карушева Н.В. Технология производства конфет. -М.: Агропромиздат, 1989.
10. Гореньков Э.С., Горенькова А.В. Технология консервирования. -М.: Агропромиздат, 1987.
11. Технология консервирования плодов, овощей, мяса, рыбы. Учеб. / Под ред. Фан – Юнг А.Ф., Флауменбаума Б.Л., Ястребова С.Н. и др. -М.: Пищевая промышленность, 1980.
12. Янушкин Н.П., Лагоша И.А. Технология мяса и мясопродуктов и оборудование мясокомбинатов. -М.: Пищевая промышленность, 1970.
13. Соколов А.А. Технология мяса и мясопродуктов. -М.: Пищевая промышленность, 1970.
14. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. -М.: Пищевая промышленность, 1972.

15. Назаров Н.А. Технология макаронного производства. -М.: Пищевая промышленность, 1972.
16. Справочник кондитера: В 2-х ч. М.: Пищевая промышленность, 1970.
17. Фан – Юнг А.Ф. Проектирование консервных заводов. -М.: Пищевая промышленность, 1976.
18. Ситников Е.Д. Дипломное проектирование заводов по переработке плодов и овощей. -М.: Агропромиздат, 1990.
19. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов. М.:2000.
20. Машины и аппараты пищевых производств. Книга1/ Под ред. Панфилова В.А. -М.: Высшая школа, 2001.

Часть 2. Лабораторные работы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Изучение работы, подбор оборудования, расчет площадей и компоновка поточной линии производства вареных колбас производительностью 500 кг/час (8 часов)

Цель работы

1. Изучить технологический процесс, технологическую схему и работу оборудования, представленного в лаборатории для производства вареных колбас.
2. Пользуясь справочными материалами, составить техническую характеристику на изученное оборудование.
3. Провести компоновку поточной линии производства вареных колбас на базе изученного оборудования и представить ее в виде машино – аппаратурной схемы.
4. Определить, к какому виду поточных линий относится данная линия по степени механизации.
5. Приобрести навыки расчета площади, занятой поточной линией производства вареных колбас.

Материальное оснащение

Лабораторное оборудование для производства вареных колбас, измерительный инструмент (ГОСТ 427 –75).

I. Общие сведения

1. Выбор технологического процесса

Прежде, чем приступить к компоновке поточной линии заданной производительности, необходимо выбрать оптимальный вариант технологического процесса.

Технологический процесс (технология) изготовления мясных полуфабрикатов и готовых продуктов разделяется на ряд операций, которые выполняются в определенной последовательности и в определенном сочетании. Различают 2 типа таких процессов: основанные на концентрации операций и на дифференциации.

Концентрация операций технологического процесса достигается применением комплексных рабочих органов, увеличением числа одновременно работающих органов на одной позиции, увеличением числа рабочих позиций в одном агрегате, что повышает производительность машины. Однако, чрезмерная концентрация рабочих органов на одной позиции может ухудшить условия обслуживания, санитарную обработку,

кроме того, существенно усложняется конструкция и удлиняется срок создания.

Дифференциация - это деление процесса на составляющие операции и их последовательное выполнение на одной или нескольких машинах. Расчленение технологического процесса на элементарные операции и использование для каждой операции отдельных машин позволяет достаточно быстро создавать специализированные машины и поточные линии.

При проектировании поточных линий целесообразнее пользоваться методом, основанным на дифференциации технологического процесса. Причем, выбранный процесс должен обеспечить возможность механизации и автоматизации основных и вспомогательных технологических операций наиболее простыми способами, учитывая удобство транспортирования полуфабрикатов.

2. Выбор оборудования поточных линий

При выборе оборудования поточных линий необходимо определить степень специализации или универсальности линии.

На предприятиях небольшой мощности целесообразна установка универсальных переналаживаемых линий.

Если технологический процесс подобран оптимальным, то в линии устанавливается наименее возможное число рабочих позиций и машин. Это позволяет разместить линию на наименьшей площади и сократить затраты на оборудование.

Так как полуфабрикаты и изделия мясной промышленности имеют ряд специфических свойств (мягкость, текучесть, непрочность поверхностных слоев и т.д.), то их необходимо учитывать при выборе транспортирующих средств.

При подборе оборудования в линии производительность должна быть выравнена.

3. Компоновка поточной линии производства вареных колбас

Компоновка поточной линии заданной производительности основывается на решении следующих вопросов:

- выбор оптимального варианта технологического процесса и разделения линии на участки;
- определение количества потоков и подбора машин;
- выбор транспортных и перегружающих устройств.

Все эти задачи должны быть решены так, чтобы при соблюдении всех требований к качеству продукции издержки производства были наименьшими.

4. Размер площади, занимаемой поточными линиями

Площадь, занимаемая механизированной или автоматизированной поточной линией определяется по габаритам выбранного технологического оборудования с учетом проходов и площадей, необходимых для обслуживания машин и аппаратов.

Пусть задано общее количество продукции N кг, вырабатываемое линией, количество вырабатываемых видов изделий m и их отношение к общей выработке продукции $\gamma_j\%$. Известны также нормы съема продукции с 1 м^2 площади g_j кг/м²ч.

Тогда в течение смены должно быть выработано продукции каждого вида:

$$N_i = \frac{\gamma_j}{100} \cdot N, \text{ кг}$$

Если принять, что каждый вид продукции изготавливается последовательно, один за другим на одной и той же площадке F , то для его изготовления требуется время:

$$t_j = \frac{N_j}{g_j F} = \frac{\gamma_j}{100} \cdot \frac{N}{g_j F}$$

Сумма затрат времени t_j должна быть равна рабочему времени в смене, т.е.

$$\sum t_j = \eta_r \cdot T_c,$$

где η_r - коэффициент использования рабочего времени

$$\text{или } \frac{N}{100F} \sum_{j=1}^{j=m} \frac{\gamma_j}{g_j} = \eta_r T_c$$

Γ_c - фонд рабочего времени в смене

Отсюда определяется потребная площадь линии.

$$F = \frac{N}{100\eta_r \cdot T_c} \sum_{j=1}^{j=m} \frac{\gamma_j}{g_j}, \text{ м}^2.$$

II. Описание технологической схемы и оборудования для приготовления вареных колбасных изделий

1. Измельчение мяса.

Приготовление вареных колбас из жилованного мяса включает процессы измельчения, т.е. более или менее полного разрушения клеточной структуры тканей. В зависимости от вида колбасных изделий степень измельчения варьирует от сравнительно крупных кусков (размером 4+25 мм) до практически полностью гомогенизированного сырья.

Мясо для вареных колбас измельчают на волчке.

Волчок — это измельчающая машина (рис. 1) непрерывного действия, допускающая регулирование степени измельчения в определенных пределах. Волчок не обеспечивает достаточно полного разрушения структуры тканей мяса. Поэтому им пользуются в случаях, когда нет необходимости в особо тщательном измельчении — перед посолом мяса.

Режущий механизм волчка — это комбинация из чередующихся решеток и ноже i. Неподвижная решетка и вращающийся нож образуют плоскость резания. Степень измельчения на волчке зависит от числа плоскостей резания и диаметра отверстий выходной решетки.

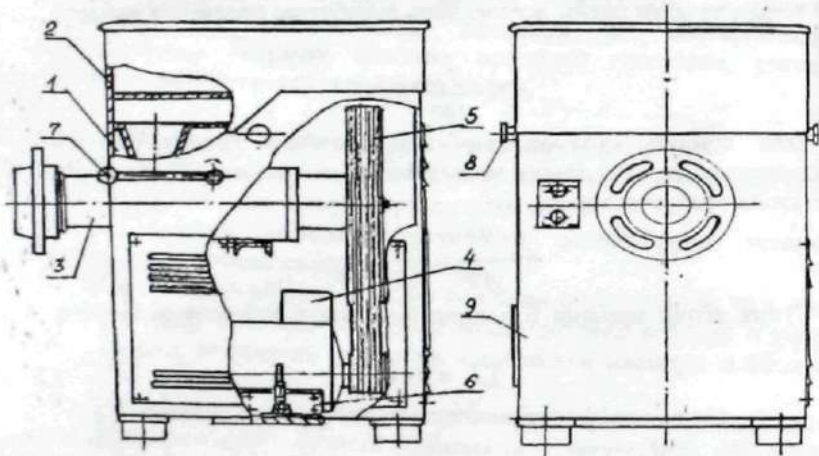


Рис. 1. Мясорубка «Волчок»

- 1 — станина; 2 — загрузочный бункер; 3 — шнековый узел с режущим механизмом; 4 — электродвигатель; 5 — ременная передача; 6 — плита; 7 — выталкивающий механизм; 8 — болты; 9 — электрический шкаф с кнопочным постом.

При небольшой степени измельчения (16÷25 мм) достаточно одной плоскости резания. В волчке, наряду с резанием, мясо подвергается смятию, истиранию и разрыву. Поэтому во время работы волчка развивается сильное трение и мясо нагревается. Это явление нежелательно. На степень нагрева влияет состояние и правильность сборки режущего механизма. По способу питания этот волчок со свободной подачей сырья.

2. Посол и созревание мяса для вареных колбас.

Количество соли, вводимое в мясо, зависит от вида готовой продукции. К мясу, предназначенному для изготовления вареных изделий, добавляют такое количество соли, которое обеспечивает удовлетворительный вкус (соленость) готового продукта (с учетом воды, добавляемый к мясу); 2÷2,5% соли к массе мяса.

Выдержка мяса в посоле, помимо того, что она должна быть достаточной для приобретения мясом нужных технологических свойств, в большинстве случаев имеет и другое значение: она позволяет создавать запасы подготовленного сырья, необходимые для обеспечения бесперебойного хода производства.

При посоле мяса для вареных колбас используют два варианта посола: ускоренный и обычный.

При ускоренном посоле мясо измельчают на волчке с мелкой решеткой (отверстия 2÷3 мм), а солят концентрированным рассолом, содержащим 26 кг соли и 5г нитрита на 100 л воды. Нитрит добавляется для получения устойчивой окраски. Температура рассола должна быть $t_p = 10 \div 12^\circ\text{C}$, если температура мяса не выше 14°C . При более высокой температуре мяса рассол следует охладить до 4°C . Продолжительность выдержки — от 6 до 12 часов.

Выдерживают посоленное мясо в емкостях различного устройства и разных размеров в охлаждаемых камерах.

При кратковременной выдержке мяса в посоле применяется три основных варианта выдержки: в тазиках емкостью 20 кг, в подвесных ковшах емкостью 150÷250 кг и в бункерах различной емкости.

Для производства вареных колбас в небольших количествах предпочтительна выдержка в тазиках, где идет быстрое снижение температуры мяса, кроме того, они могут быть использованы в качестве дозаторов при изготовлении фарша (рис. 2). Их недостаток — затраты труда на передачу тазиков для последующих операций. Тазики изготавливают из алюминия и полиэтилена.

3. Тонкое измельчение и приготовление фарша.

Интенсивность измельчения сырья определяет:

- во-первых, степень разрушения клеточной структуры. Выход внутриклеточных структурных элементов во внешнюю среду;

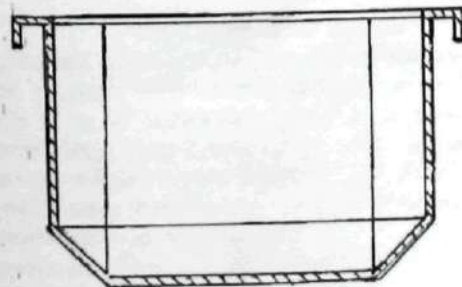


Рис. 2. Тазик для созревания мяса

Волчок — это измельчающая машина (рис. 1) непрерывного действия, допускающая регулирование степени измельчения в определенных пределах. Волчок не обеспечивает достаточно полного разрушения структуры тканей мяса. Поэтому им пользуются в случаях, когда нет необходимости в особо тщательном измельчении — перед посолом мяса.

Режущий механизм волчка — это комбинация из чередующихся решеток и ноже. неподвижная решетка и вращающийся нож образуют плоскость резания. Степень измельчения на волчке зависит от числа плоскостей резания и диаметра отверстий выходной решетки.

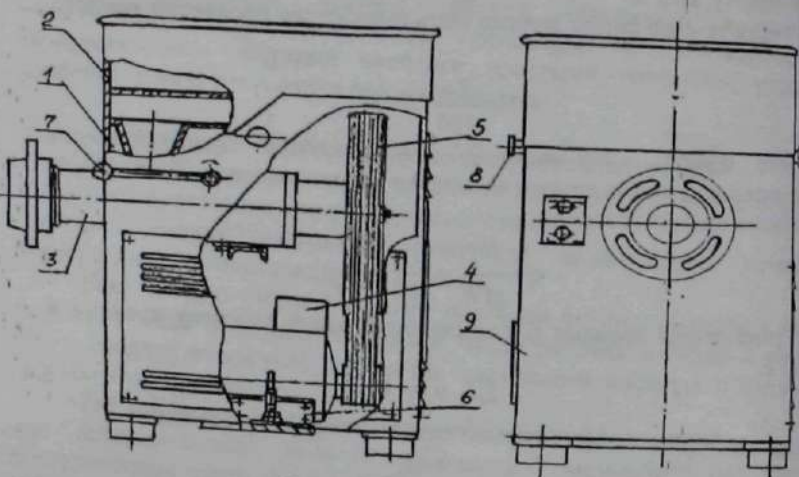


Рис. 1. Мясорубка «Волчок»

1 — станина; 2 — загрузочный бункер; 3 — шнековый узел с режущим механизмом; 4 — электродвигатель; 5 — ременная передача; 6 — плита; 7 — выталкивающий механизм; 8 — болты; 9 — электрический шкаф с кнопочным постом.

При небольшой степени измельчения (16÷25 мм) достаточно одной плоскости резания. В волчке, наряду с резанием, мясо подвергается смятию, истиранию и разрыву. Поэтому во время работы волчка развивается сильное трение и мясо нагревается. Это явление нежелательно. На степень нагрева влияет состояние и правильность сборки режущего механизма. По способу питания этот волчок со свободной подачей сырья.

2. Посол и созревание мяса для вареных колбас.

Количество соли, вводимое в мясо, зависит от вида готовой продукции. К мясу, предназначенному для изготовления вареных изделий, добавляют такое количество соли, которое обеспечивает удовлетворительный вкус (соленость) готового продукта (с учетом воды, добавляемый к мясу); 2÷2,5% соли к массе мяса.

Выдержка мяса в посоле, помимо того, что она должна быть достаточной для приобретения мясом нужных технологических свойств, в большинстве случаев имеет и другое значение: она позволяет создавать запасы подготовленного сырья, необходимые для обеспечения бесперебойного хода производства.

При посоле мяса для вареных колбас используют два варианта посола: ускоренный и обычный.

При ускоренном посоле мясо измельчают на волчке с мелкой решеткой (отверстия 2÷3 мм), а солят концентрированным рассолом, содержащим 26 кг соли и 5г нитрита на 100 л воды. Нитрит добавляется для получения устойчивой окраски. Температура рассола должна быть $t_p = 10 \div 12^\circ\text{C}$, если температура мяса не выше 14°C . При более высокой температуре мяса рассол следует охладить до 4°C . Продолжительность выдержки — от 6 до 12 часов.

Выдерживают посоленное мясо в емкостях различного устройства и разных размеров в охлаждаемых камерах.

При кратковременной выдержке мяса в посоле применяется три основных варианта выдержки: в тазиках емкостью 20 кг, в подвесных ковшах емкостью 150÷250 кг и в бункерах различной емкости.

Для производства вареных колбас в небольших количествах предпочтительна выдержка в тазиках, где идет быстрое снижение температуры мяса, кроме того, они могут быть использованы в качестве дозаторов при изготовлении фарша (рис. 2). Их недостаток — затраты труда на передачу тазиков для последующих операций. Тазики изготавливают из алюминия и полиэтилена.

3. Тонкое измельчение и приготовление фарша.

Интенсивность измельчения сырья определяет:

- во-первых, степень разрушения клеточной структуры. Выход внутриклеточных структурных элементов во внешнюю среду;

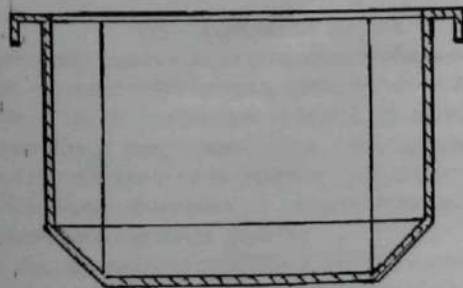


Рис. 2. Тазик для созревания мяса

- во вторых, величину дисперсных частиц, а значит, и размеры поверхности раздела фаз. Следовательно, с увеличением степени измельчения возрастает дисперсность частиц и доля растворенного бездисперсионной среде. Это повышает водосвязывающую способность фарша.

Тонкое измельчение мяса – одна из важных операций. От качества выполнения зависят выход и качество готовой продукции (структура консистенция фарша, появление отеков бульона и жира, вкус готового продукта).

Тонкое измельчение должно обеспечить не только надлежащую степень измельчения мяса, но и связывание им такого количества влаги, которое необходимо для получения высококачественного продукта с максимальным выходом при стандартном содержании влаги.

Наиболее распространенными машинами для тонкого измельчения мяса являются куттер и коллоидная мельница (рис. 3).

Измельчитель, работающий как коллоидная мельница, состоит из кольцеобразного статора и расположенного внутри него ротора. На внутренней поверхности статора и наружной ротора имеются наклонные пазы. Размеры пазов и шага уменьшаются в направлении движения сырья. Измельчение происходит под действием мощных импульсов, возникающих вследствие быстрой смены давлений и разряжений.

Измельчитель, собранный как коллоидная мельница, перерабатывает любые виды сырья до коллоидного состояния. При этом необходимо предварительное измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 3мм.

При измельчении сырья необходимо добавлять до 30% воды. Особенно важно при работе на коллоидной мельнице: вода, являясь несжимаемой средой, передает импульсы, возникающие в периодическом совмещении пазов и выступов статора и ротора твердым частицам, разрушая их.

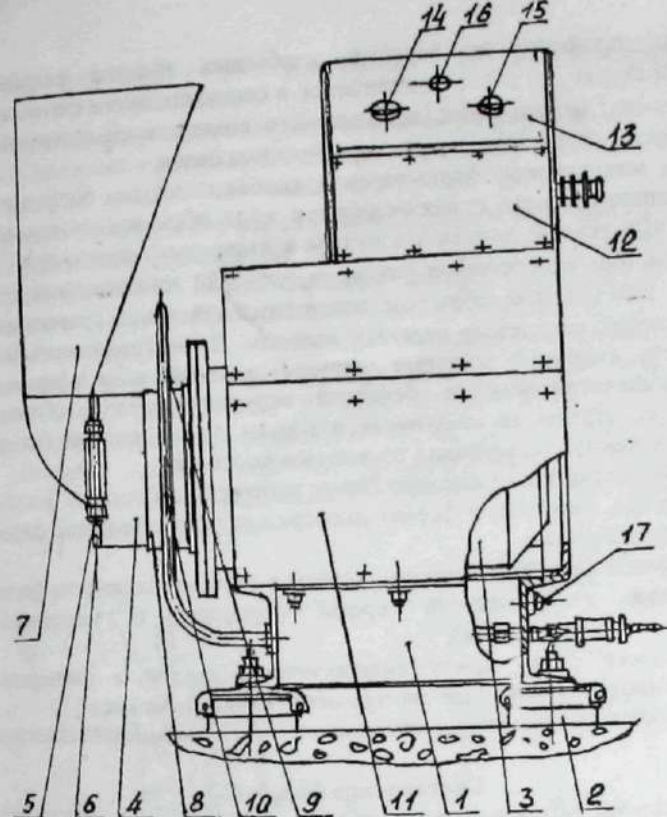


Рис.3. Измельчитель мяса

- 1 – основание; 2 – вибропоры; 3 – электродвигатель; 4 – корпус; 5 – ось;
6 – люк; 7 – бункер; 8 – кольцевая рубашка охлаждения; 9 – штуцер;
10 – рукав; 11 – кожух; 12 – пульт управления; 13 – панель; 14,15 – кнопки;
16 – сигнальная лампа.

Приготовление фарша

Фаршем называют смесь соответствующим образом подготовленных составных частей, взятых в количествах, которые установлены рецептурой для данного вида и сорта колбасных изделий. В зависимости от сорта изделия он может быть макроскопически однородным или содержать более или менее крупные кусочки неразрушенной жировой ткани. В обоих случаях роль вяжущего компонента, обеспечивающего монолитность структуры, выполняет мясная часть фарша.

С точки зрения изменения структуры мясной части фарша сущность изготовления колбасных изделий может быть выражена схемой:

Клеточная структура (сырье) → Вязко-пластическая структура (сырой фарш) → Упруго-эластично-пластичная структура (продукт)

При производстве вареных колбасных изделий разрушение клеточной структуры тканей достигается, в основном, путем интенсивного механического измельчения, дополняемого воздействием растворяющих концентраций хлористого натрия на мышечные белки.

Под микроскопом фарш вареных колбас имеет вид бесформенной мелкозернистой массы с включением в виде обрывков не полностью разрушенных тканей: мышечных пучков и отдельных волокон диаметром $30+80$ мкм или их обрывков размером около 20 мкм, жировых клеток размером $120+160$ мкм, обрывков соединительной ткани, кровеносных, лимфатических сосудов и нервных волокон. В мелкозернистой массе, кроме того, взвешены жировые частицы овальной, реже сферической формы, инкапсулированные белковой структурированной оболочкой. Встречаются отдельные воздушные пузырьки, число которых больше в фарше, полученном на машинах тонкого измельчения.

Свойства сырого колбасного фарша зависят от следующих факторов природы, размеров и формы дисперсных частиц (состава фарша и степени измельчения);

- объемной доли дисперсионной среды в системе (влажности фарша);
- состава дисперсионной среды (природы и концентрации растворимых в воде веществ);
- прочности связи между дисперсионной средой и дисперсными частицами (водосвязывающей способности компонентов мяса);
- прочности связи между дисперсионными частицами.

Составление фарша

Рецептурой устанавливается точное количественное соотношение составных частей фарша, их свойства и состояние. Следовательно, рецептура, с учетом количества добавляемой воды определяет качество и выход готовой продукции.

Качественные особенности отдельных колбасных фабрикатов — их пищевую ценность, вкусовые достоинства, товарные показатели принято выражать через условное наименование и сорт.

В каждой рецептуре имеется три категории составных частей:

- сырье, специи, соль и селитра (или нитрит).

Вымешивание фарша

Составные части фарша должны быть равномерно распределены во всем объеме и хорошо связаны друг с другом. Консистенция сырого фарша должна обладать высокими вязко — пластическими свойствами.

И то, и другое достигается тщательным вымешиванием составных частей фарша.

Кусочки шпига, входящие в состав фарша не должны быть деформированы в процессе вымешивания.

Перемешивание — это процесс равномерного распределения добавляемых веществ в основной массе материала. Продолжительность

этого процесса зависит от размеров частиц смешиваемых материалов и интенсивности перемешивания.

Интенсивность перемешивания возрастает с увеличением лобового сопротивления, испытываемого лопастями мешалки. Величина лобового сопротивления зависит от силы сцепления частиц фарша. Так, коэффициент сцепления для фаршей вареных колбас $\approx 2,9$ кн/м².

В колбасном производстве пользуются мешалками разных типов. Они различаются по форме лопастей, способу загрузки и способу соединения смешивающего механизма с резервуаром.

Смешивающий механизм образован лопастями, насаженными на 2-х валах, которые вращаются навстречу друг другу с различной скоростью. Лопасты бывают Z-образной, эллипсоидальной формы и съемные, имеющие форму лопаток и расположенные на валах по винтовой линии. Для поточных линий небольшой производительности применяются мешалки с эллипсоидальными лопастями, разгружающиеся опрокидыванием корыта (рис. 4).

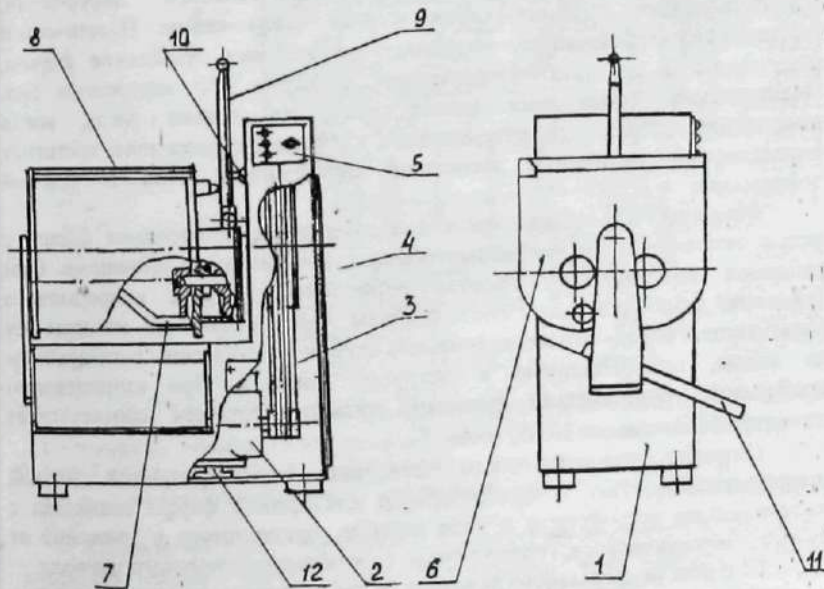


Рис. 4. Фаршемешалка

- 1 — корпус; 2 — электродвигатель; 3 — ременная передача; 4 — зубчатая передача; 5 — пульт управления; 6 — бункер; 7 — лопасти; 8 — крышка; 9 — рукоятка; 10 — планка; 11 — лоток; 12 — плита подмоторная.

При вымешивании вначале загружают говядину и нежирную свинину и пускают в ход лопасти мешалки. Затем через 6-8 мин перемешивания, вводят специи и нитрит, если он не был добавлен ранее. После этого загружают жирную свинину, а за 2+3 мин до окончания перемешивания — шпиг.

Готовность фарша определяют по времени перемешивания и по состоянию фарша. Фарш должен быть однородным и достаточно клейким (прилипает к поверхности лопасти). Продолжительность перемешивания зависит от свойств фарша и коэффициента загрузки. Для фарша вареных колбас процесс перемешивания составляет 8+15 минут.

Шприцевание

Готовый фарш направляют для изготовления батонов. Цель процесса — придание формы и предохранение фарша от внешних влияний. Шприцуют колбасный фарш в искусственные белковые и натуральные оболочки.

Шприцевание — это процесс пластической деформации, осуществляемый продавливанием фарша через цевку. Пластической (остаточной) деформацией называют необратимое изменение формы, полученное в результате воздействия внешних или внутренних сил. Пластическая деформация может наступить только тогда, когда сдвигающее напряжение, возникающее в деформируемом теле, достигнет определенной величины, зависящей от природы тела и условий деформации.

Машины, предназначенные для подачи и дозирования фарша с целью заполнения им колбасных оболочек, называются шприцами. Они работают по принципу насосов периодического или непрерывного действия. Оболочки наполняют фаршем через цевки, на которых их натягивают. Цевки — это металлические трубки с коническим расширением на конце, прикрепленные к патрубку шприца. При шприцевании необходимо пользоваться цевками, диаметр которых соответствует диаметру оболочки (от 16+60 мм).

Шприцы периодического действия характеризуются низкой производительностью. В них резервуар для приема фарша совмещен с вытесняющим устройством в виде поршня, приводимого в движение от ручного, механического, гидравлического или пневматического привода.

Шприцы непрерывного действия более производительны и пригодны для поточных линий колбасного производства. Эти машины обеспечивают непрерывную подачу фарша из шприца в оболочку при помощи вытеснителей непрерывного действия, которые по конструкции могут быть эксцентриково-лопастными, шнековыми или винтовыми.

Наибольшее распространение получили первые два типа шприцов. В поточной линии небольшой производительности используются обычно одношнековые вакуумные шприцы непрерывного действия. (рис. 5).

Производительность шприца определяется, в основном, конструкцией вытеснителя и продолжительностью процесса, которая в свою очередь, зависит от давления шприцевания и свойств фарша.

Загружая фарш в шприц, необходимо добиваться, чтобы укладка была плотной, без воздушных прослоек и пузырьков.

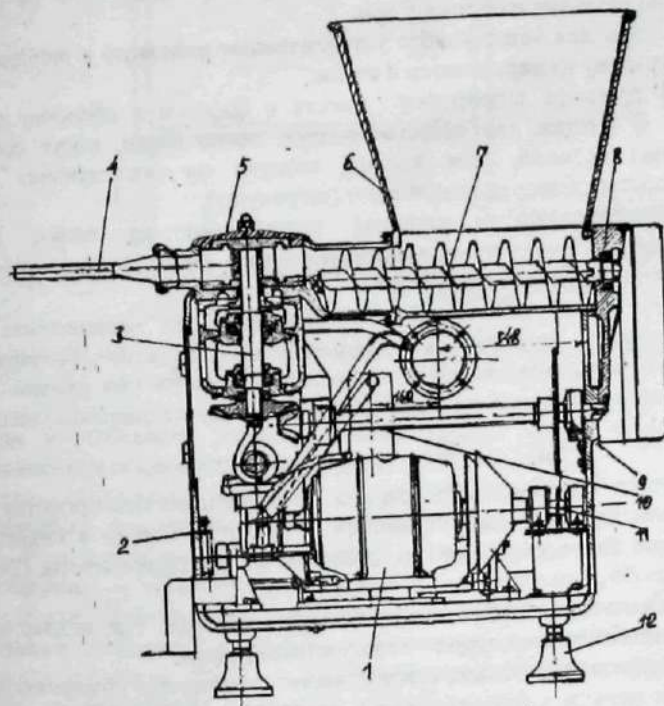


Рис. 5. Вакуумный шприц непрерывного действия

1 — привод; 2 — станина; 3 — вертикальный вал; 4 — 5 — вытеснитель; 6 — приемный бункер; 7 — питающий шнек; 8 — коробка приводов питающих шнеков; 9 — ведомый вал; 10 — вакуумный насос; 11 — ведущий вал; 12 — опорные стойки.

Вареные колбасы шприцуют с наименьшей плотностью. Излишняя плотность набивки фарша в оболочку приводит к ее разрыву во время варки батонов вследствие расширения содержимого.

При любом способе вытеснения фарша в него попадает воздух. Структура готового продукта получается пористой. Поэтому шприцы непрерывного действия работают под вакуумом. Вакуум к тому же уменьшает расход оболочки благодаря более плотному ее заполнению.

Вязка батонов

Вязку батонов шпагатом применяют для увеличения их жесткости. Поэтому характер вязки зависит, прежде всего, от диаметра батона. Схема вязки - это отличительный признак вида и сорта колбасы. Операция вязки включает: завязывание открытого конца оболочки после наполнения ее фаршем, завязывание петли для навешивания батонов на палки и перевязку (шнуровку) батона. Шнуровку исключают, если на оболочку нанесено название и сорт колбасы.

Столы для вязки колбас устанавливают вплотную к шприцам. Стол имеет крышку из нержавеющей стали.

В процессе шприцовки вместе с фаршем в оболочку попадает воздух. В местах, где остается воздух, после варки, могут появляться скопления бульона. Для выхода воздуха на последующих стадиях производства оболочки накаливают (штрикуют).

Нашприцованные колбасы навешивают на палки, которые размещают на рамах в 4-5 ярусов. На ярусах рамы сделаны выемки для размещения концов палок. (рис. 6)

Для линий небольшой производительности перемещение рам с навешанными батонами для дальнейших операций производится с помощью напольных тележек с закрепленными на них рамами. Батонами необходимо размещать на рамах так, чтобы они не соприкасались один с другим.

Обжарка

Перед процессом обжарки колбасные изделия подвергаются осадке, то есть выдержке нашприцованных в оболочку колбас в подвешенном состоянии. Для вареных колбас применяется кратковременная (2-3 часа) осадка.

Осадку производят в специальных камерах, где поддерживается определенный температурно-влажностный режим.

Колбасы, прошедшие осадку, значительно лучше обжариваются, т.е. при этом меньше выделяется влаги, которая замедляет процесс обжарки и зачастую приводит к осаждению смолы и сажи. При кратковременной осадке вареных колбас происходит некоторое уплотнение фарша, подсушивание оболочек и продолжается развитие реакций, связанных со стабилизацией окраски.

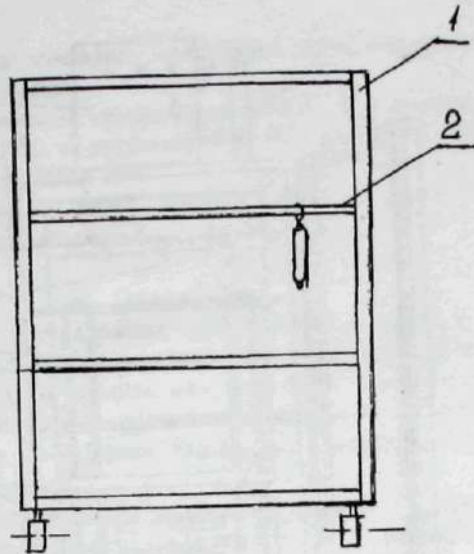


Рис.6. Рама с палками для навешивания вареных колбасных изделий
1 - металлическая сварная рама; 2 - деревянные палки.

Для интенсивного удаления испаряющейся влаги камеры для кратковременной осадки оборудуют воздухоохладителями.

После осадки вареные колбасы поступают на обжарку.

Обжарка - это кратковременная обработка поверхности колбасных изделий копильным дымом при высоких температурах перед их варкой. Цель обжарки - повышение механической прочности оболочки и поверхностного слоя продукта, уменьшение их гигроскопичности.

Продукт становится более устойчивым к микроорганизмам, поверхность его окрашивается в буровато-красный цвет с золотистым оттенком и появляется приятный специфический вкус и привкус копильных веществ.

Продолжительность обжарки 60-180 минут. При этом вначале обжарки температуру поддерживают на уровне 40-60°C, постепенно повышая ее до максимальной - для колбас до 120°C.

Обжаривают колбасные изделия в специальных обжарочных камерах. Для линий небольшой производительности применяют печи - копильни, обогреваемые воздушно-дымовой смесью или глухим паром. (рис. 7)

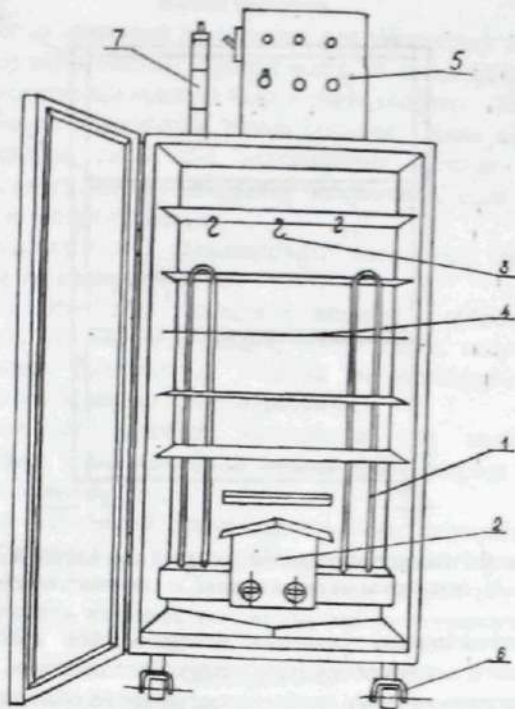


Рис. 7. Печь - коптильня

1 - нагревательный элемент; 2 - коптильный агрегат; 3 - крюк;
4 - решетка; 5 - панель управления; 6 - ролик; 7 - термометр электроконтактный.

Варка

Под варкой колбасных изделий подразумевается тепловая обработка при температуре $68\div 70^{\circ}\text{C}$ в центральной части продукта. Такой нагрев обеспечивает денатурацию белков, гидротермический распад большей части коллагена, изменение жиров и экстрактивных веществ в желаемую сторону и почти полное уничтожение вегетативной микрофлоры.

Для выпуска готовых колбасных изделий высокого качества необходимо правильно выбрать режим варки и характер подвода тепла. Греещей средой для варки служит горячая вода, острый пар и паровоздушная среда.

В условиях предприятий малой мощности используется варка в горячей воде в котлах. При варке острым паром колбасные изделия навешивают на рамы и загружают в камеру вместе с рамами. В случае варки во влажном циркулирующем воздухе необходимо строго контролировать греющую среду по температуре, влажности и скорости циркуляции в зависимости от технологических требований к режиму. При этом необходимо строго контролировать влажность, чтобы температура

поверхности продукта оставалась ниже точки росы, в противном случае резко возрастут потери мяса.

Температура греющей среды перед загрузкой в камеры для варки должна быть около 100°C , во время варки ее поддерживают на уровне 75°C и к концу варки повышают до 85°C .

Продолжительность варки зависит от вида, сорта и диаметра батонов: для вареных колбас она будет $60\div 180$ минут.

Охлаждение

Для снижения потерь массы, предотвращения порчи и сохранения надлежащего товарного вида после тепловой обработки колбасные изделия на рамах охлаждают на воздухе или холодной водой. Применяют 2-х стадийную холодную обработку: вначале холодной водой под душем при $t=10\div 15^{\circ}\text{C}$ в течение $10\div 30$ минут. Охлаждение проводят до температуры $27\div 30^{\circ}\text{C}$ в центре батона.

После охлаждения водой колбасные изделия на этих же рамах направляют в камеру охлаждения, где поддерживают температуру воздуха 40°C и относительную влажность воздуха 95%. Продолжительность этой стадии охлаждения от 4 до 8 часов. К концу охлаждения температура изделий должна достигать $8\div 15^{\circ}\text{C}$.

Хранение

Вареные колбасные изделия хранят в охлажденном состоянии до 48 часов в камерах или на стеллажах, в которых поддерживается определенная температура и относительная влажность воздуха. Для реализации упаковываются в металлические или деревянные ящики.

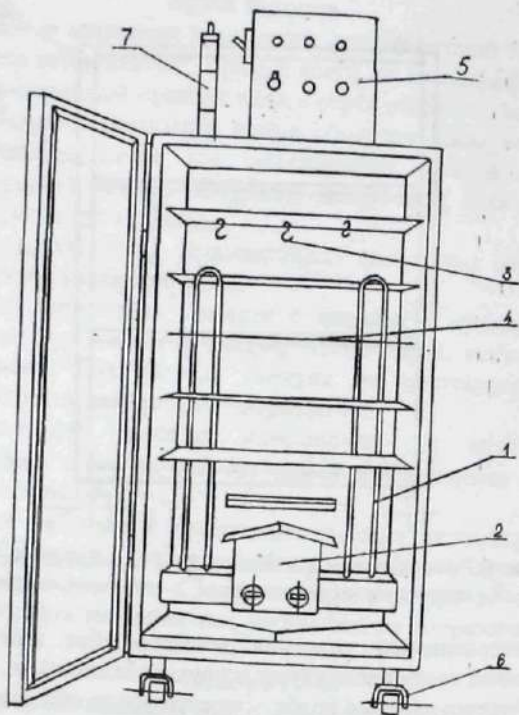


Рис. 7. Печь - коптильня

1 — нагревательный элемент; 2 — коптильный агрегат; 3 — крюк;
4 — решетка; 5 — панель управления; 6 — ролик; 7 — термометр электроконтактный.

Варка

Под варкой колбасных изделий подразумевается тепловая обработка при температуре $68\pm 70^{\circ}\text{C}$ в центральной части продукта. Такой нагрев обеспечивает денатурацию белков, гидротермический распад большой части коллагена, изменение жиров и экстрактивных веществ в желаемую сторону и почти полное уничтожение вегетативной микрофлоры.

Для выпуска готовых колбасных изделий высокого качества необходимо правильно выбрать режим варки и характер подвода тепла. Греющей средой для варки служит горячая вода, острый пар и паровоздушная среда.

В условиях предприятий малой мощности используется варка в горячей воде в котлах. При варке острым паром колбасные изделия навешивают на рамы и загружают в камеру вместе с рамами. В случае варки во влажном циркулирующем воздухе необходимо строго контролировать греющую среду по температуре, влажности и скорости циркуляции в зависимости от технологических требований к режиму. При этом необходимо строго контролировать влажность, чтобы температура

поверхности продукта оставалась ниже точки росы, в противном случае резко возрастут потери мяса.

Температура греющей среды перед загрузкой в камеры для варки должна быть около 100°C , во время варки ее поддерживают на уровне 75°C и к концу варки повышают до 85°C .

Продолжительность варки зависит от вида, сорта и диаметра батонов: для вареных колбас она будет 60 ± 180 минут.

Охлаждение

Для снижения потерь массы, предотвращения порчи и сохранения надлежащего товарного вида после тепловой обработки колбасные изделия на рамах охлаждают на воздухе или холодной водой. Применяют 2-х стадию холодную обработку: вначале холодной водой под душем при $t=10\pm 15^{\circ}\text{C}$ в течение 10 ± 30 минут. Охлаждение проводят до температуры $27\pm 30^{\circ}\text{C}$ в центре батона.

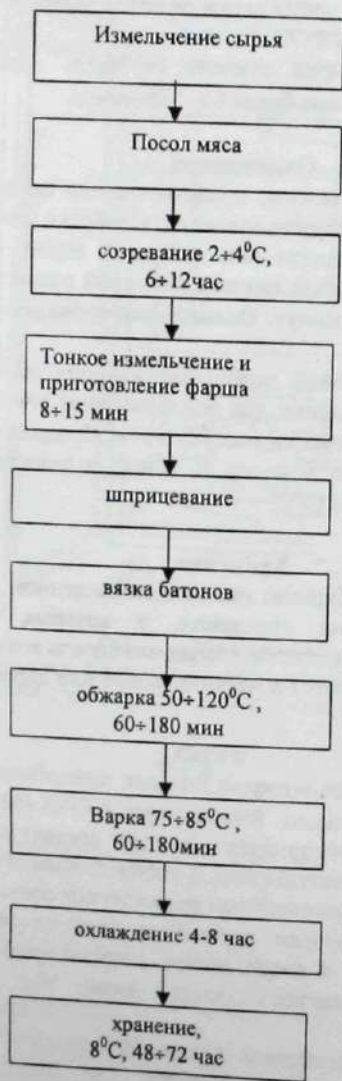
После охлаждения водой колбасные изделия на этих же рамах направляют в камеру охлаждения, где поддерживают температуру воздуха 40°C и относительную влажность воздуха 95%. Продолжительность этой стадии охлаждения от 4 до 8 часов. К концу охлаждения температура изделий должна достигать $8\pm 15^{\circ}\text{C}$.

Хранение

Вареные колбасные изделия хранят в охлажденном состоянии до 48 часов в камерах или на стеллажах, в которых поддерживается определенная температура и относительная влажность воздуха.

Для реализации упаковываются в металлические или деревянные ящики.

4. Технологическая схема изготовления вареных колбас.



5. Методика выполнения работы и требования к отчету.

1. Студенты изучают по данным методическим указаниям материал, приведенный в разделе «Общие сведения».
2. По предложенному описанию технологии, технологической схеме производства вареных колбас изучают последовательность процессов получения готовой продукции, устройство, работу, оборудования. Оборудование представляют в виде эскизов.
3. По имеющимся в лаборатории справочным материалам и паспортам на оборудование студенты составляют техническую характеристику на каждую единицу основного оборудования.
4. По подготовленным техническим характеристикам из числа имеющегося оборудования студенты производят компоновку поточной линии производства вареных колбас и вычерчивают ее с учетом принятых транспортных средств в виде машинно-аппаратурной схемы.
5. Определяют степень механизации поточной линии.
6. Производят замеры геометрических размеров оборудования и по ним рассчитывают площадь под поточную линию с учетом транспортных средств и площадей, необходимых для обслуживания линии.

Контрольные вопросы

1. Как производится выбор технологического процесса?
2. Что называется технологической операцией?
3. Что понимается под дифференциацией и концентрацией операций?
4. Исходя из каких условий выбирается оборудование в поточной линии?
5. Каковы основные принципы компоновки поточных линий?
6. Как подразделяются поточные линии по степени их механизации?
7. Как рассчитывается площадь под изучаемую поточную линию?
8. Какие виды измельчения мяса используются при производстве вареных колбас?
9. Каково назначение процессов посола и созревания мяса?
10. Какое оборудование применяется для измельчения мяса? Конструкция, работа.
11. Что называется фаршем?
12. От каких факторов зависят свойства сырого колбасного фарша?
13. Для какой цели составляется рецептура и что она определяет?
14. Из каких основных частей составляется рецептура фарша?
15. Каково назначение процесса перемешивания фарша. Устройство оборудования, применяемого для перемешивания.
16. Что подразумевается под процессом шприцевания?
17. Назначение, устройство и работа шприца.
18. Назначение вакуумной системы шприцов.
19. Каково назначение процессов осадки и обжарки колбасных батонов? Режимы.

20. Каково назначение варки колбасных батонов, температурные режимы и схема работы оборудования?

21. Назначение процесса охлаждения готовых колбасных изделий.

22. Какие принципы компоновки заложены в построение машинно-аппаратурной схемы производства вареных колбас?

23. Объясните, как работает оборудование, представленное в машинно-аппаратурной схеме.

24. Как рассчитываются площади под оборудование поточной линии производства вареных колбас производительностью 500кг/ч?

Библиографический список

1. Соколов А.А., Павлов Д.В., Большаков А.С. и др. Технология мяса и мясопродуктов: Изд.2-е, -М.: Пищевая промышленность, 1970.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов, -М., 2000.
3. Янушкин Н.П., Логоша И.А. Технология мяса и мясопродуктов и оборудование мясокомбинатов. М.: Пищевая промышленность, 1970.
4. Машины и аппараты пищевых производств /Под. ред. Антипов С.И. Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. -М.: Высшая школа, 2001.
5. Лунин О.Г. Поточные линии кондитерской промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1970.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Компоновка поточной линии и анализ связи между основным оборудованием при производстве карамели (4 часа)

Цель работы

1. Построить машинно-аппаратурную схему поточно-механизированной линии производства карамели из перечня предлагаемого технологического оборудования, входящего в состав линии.

2. Обосновать выбор транспортирующих систем между основным технологическим оборудованием в линии и представить схему применяемых транспортных систем.

3. Установить и схематично изобразить вид связи между основным технологическим оборудованием в поточной линии производства карамели.

Материальное оснащение

Оборудование линии производства карамели, измерительные инструменты (ГОСТ 427 -75).

1. Общие сведения.

Под поточной линией следует понимать систему машин или рабочих мест, расположенных в порядке последовательности технологических операций по обработке объектов производства, которые выполняются одновременно в определенном заданном ритме.

Компоновка поточной линии заданной производительности должна основываться на решении ряда принципиальных вопросов: выборе оптимального варианта технологического процесса и разделении линии на участки, определения количества потоков и подборе машин, выборе транспортных и перегружающих устройств, планировке машин и т.д. Все эти задачи должны быть решены так, чтобы при соблюдении требований к качеству продукции издержки производства были наименьшими и линия имела высокие технико-экономические показатели.

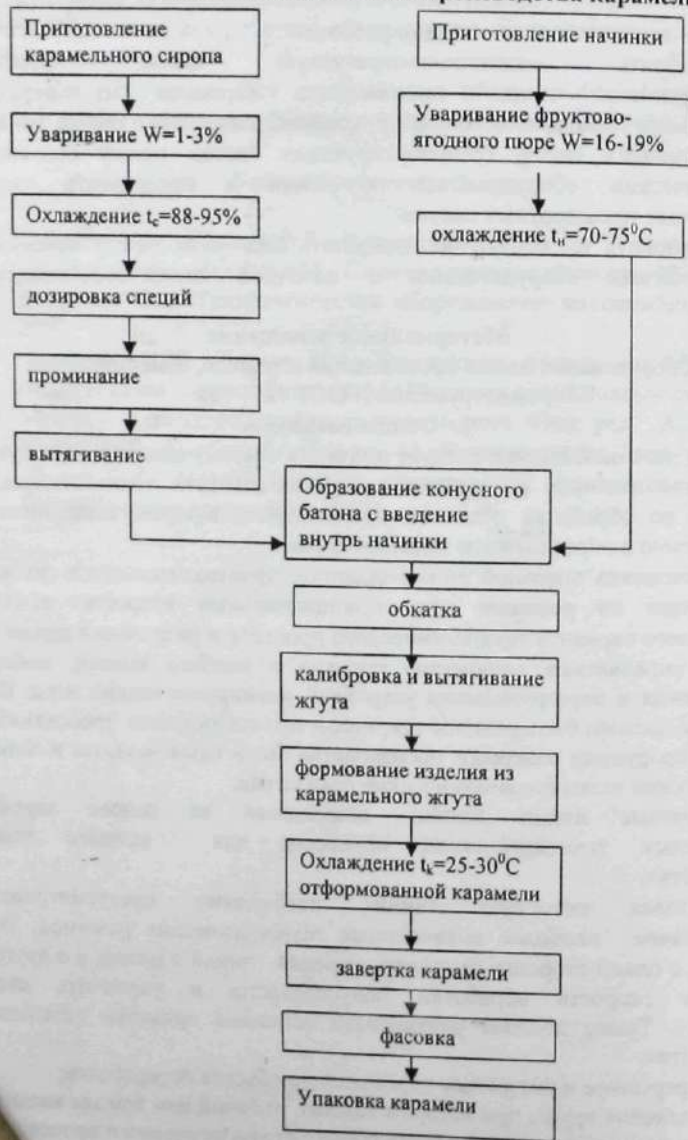
Поточные линии должны создаваться на основе заранее отработанных технологических процессов для каждого этапа производства.

Создавая поточную линию, необходимо предусматривать использование наиболее интенсивных технологических режимов. Это позволит, с одной стороны, сократить размеры линий в целом, а с другой - повысить скорость обработки полуфабриката и увеличить сьем продукции. Также должны учитываться основные признаки поточного производства.

- непрерывное и ритмичное перемещение объекта переработки;
- разделение труда, при котором каждый рабочий или каждая машина выполняет лишь определенную часть общего технологического процесса;
- одновременное выполнение различных технологических операций на всех машинах и рабочих местах;

- синхронизация выполнения операций в потоке уравнивание длительности отдельных технологических операций до величины, равной или кратной ритму, или рабочему циклу.

2. Технологическая схема производства карамели.



3. Описание технологической схемы для приготовления карамели.

Технологические стадии изготовления карамели следующие: приготовление карамельных сиропов, получение карамельной массы, приготовление начинок, формование, охлаждение, завертка, фасовка, упаковка.

Приготовление карамельного сиропа

Карамельные сиропы представляют собой сахаро-паточные или сахаро-инвертные растворы со стабильными технологическими параметрами: влажностью не выше 16%, содержанием редуцирующих веществ не выше 14%.

Карамельные сиропы температурой 90 – 95°C через фильтры направляются на уваривание. Карамельную массу уваривают до остаточной влажности 1-3%.

Уваривание производится для удаления влаги и увеличения концентрации сиропа. Высокое содержание сухих веществ достигается благодаря повышенной растворимости смеси сахаров по отношению к растворимости чистой сахарозы. Карамельную массу уваривают до остаточной влажности 1-3%.

Уваривание карамельных сиропов в карамельную массу производится в змеевиковых вакуум – аппаратах (рис.1). Карамельный сироп плунжерным насосом подается внутрь змеевика варочной колонки имеющей съемную крышку.

Греющий пар давлением 0,5 – 0,6 МПа подается в верхнюю часть варочной колонки. Уваренный карамельный сироп вместе с выделившейся влагой в виде пара по трубе попадает в вакуум- камеру. Остаточное давление 15-10 КПа создается мокровоздушным насосом. В вакуум – камере испарившаяся влага отделяется, и карамельная масса сливается в конусную часть камеры. Через каждые 1,5 – 2 мин вакуум насос, автоматически отключается, в камере давление повышается до атмосферного, после чего открывается клапан, соединяющий конусную часть камеры с разгрузочной камерой. В течение 1,5 – 2 мин скапливается порция массы в 18-20 кг. Освободившаяся конусная часть вновь закрывается клапаном, в камере создается остаточное давление, и цикл повторяется. Готовая карамельная масса температурой до 135°C и влажностью 1,5-4% из разгрузочной воронки подается на охлаждение.

Охлаждение карамельной массы предназначено для перевода жидкой массы в пластическое состояние. При быстром охлаждении карамельной массы возрастает ее устойчивость против засахаривания. Оно осуществляется в охлаждающей машине, которая представляет собой два металлических вала, охлаждаемых внутри водой, или большой металлический барабан, также охлаждаемый изнутри. Карамельная масса движется непрерывной лентой толщиной 2-6 мм и шириной 0,2 – 0,8 м.

Дозирование специй придает карамельной массе определенный цвет, вкус, запах и определенное качество. На поверхность жидкой

карамельной массы дозируется измельченная лимонная или винная кислота, раствор краски и эссенции. Охлаждение продолжается в течение 20-25 с, до температуры 88-95°C.

В конце охлаждающей машины карамельная лента завертывается краями внутрь, образуя многослойную полосу. Все добавки оказываются внутри сложенной карамельной ленты.

В таком виде карамельная масса переходит на проминальный транспортер.

Проминание карамельной массы приводит к равномерному распределению добавок и выравниванию температуры по всему объему, для этого на транспортере расположены три пары вращающихся зубчатых валков. Оси валков перпендикулярны плоскости транспортера. Первая пара валков движется со скоростью движения транспортера. Карамельная масса, проходя между валками, сдавливается. Вторая пара валков движется с повышенной скоростью, в результате чего карамельная полоса вытягивается, а третья пара валков движется медленнее, чем вторая, и карамельная полоса набегает валками.

Вытягивание карамельной массы придает непрозрачный вид, для чего ее обрабатывают на тянущей машине (рис. 2). По транспортеру находящемуся над корпусом, масса подается на неподвижный палец, захватывается подвижными пальцами делающими сложное движение. Полоса карамельной массы пересекает неподвижный палец и вытягивается, затем вращающимися пальцами, складывается вдвое и опять вытягивается, так продолжается в течение 1-1,5 мин. При вытягивании и складывании карамельная масса насыщается воздухом теряет прозрачность, приобретает блеск. Вытянутая карамельная масса подается на отводящий транспортер, который передает ее на формование.

Приготовление начинок. Фруктово-ягодные начинки получают увариванием подготовленного фруктово-ягодного пюре с сахаром и патокой. Фруктово-ягодное пюре смешивают с сахаром или сахарным сиропом и патокой в соотношениях 1:1:0,5.

Уваривание смеси производится для удаления влаги до остаточной влажности 16-19%. Получается масса, обладающая хорошей текучестью, вязкостью, необходимой для хорошего качества формования. Уваривание производится в аппаратах различной конструкции: змеевиковом вакуум-аппарате периодического действия, в змеевиковой варочной колонке с пароотделителем. На современных заводах для уваривания фруктово-ягодных начинок используют агрегаты безвакуумного уваривания (рис. 3). Рецептурная смесь по трубопроводу через фильтр подается в сборник, откуда насосом направляется на уваривание в змеевиковую варочную колонку. Уваривание происходит при давлении греющего пара 0,6 МПа в течение 3 мин до влажности 16-19%. Сваренная начинка непрерывно выходит из варочной колонки и, пройдя пароотделитель, где удаляется испаренная влага, поступает при температуре 103-108°C в temperирующую машину.

Темперирование начинки производится с охлаждением ее до 70-75°C. В это время в нее дозатором вводятся ароматические и вкусовые добавки, а также краска.

Готовая начинка насосом подается по замкнутому трубопроводу к начинконаполнителям формующих агрегатов.

Формование и охлаждение карамели. Карамельные изделия формируются на агрегатах, состоящих из ряда машин, работающих синхронно. В такие агрегаты входят карамелеобкаточные машины с начинконаполнителем, калибрующая, формирующая машины и охлаждающий аппарат.

Образование конусного батона с введением внутрь начинки является подготовительной операцией к формованию карамели. Это операция производится на карамелеобкаточных машинах (рис. 4). Машина состоит из металлического корпуса с обогревом, установленного на станине. Внутри корпуса расположено шесть вращающихся рифленых конических веретен. Вращение веретенам передается от электродвигателя через коробку переключения. Веретена образуют конусообразный желоб, в него непрерывно подается карамельная масса. При вращении веретен карамельная масса постепенно приобретает форму конуса, вытягивается и формируется на выходе из машины в виде бесконечного жгута. У основания карамельного конуса в машине установлен грушеобразный упор, препятствующий движению массы в обратном направлении. Начинка подается из приемной воронки начинконаполнителя плунжерным насосом по трубе, проложенной внутри по центру карамельного батона. Начинка из трубы, оканчивающейся у вершин конусного батона, попадает внутрь карамельного жгута.

Калибровка и вытягивание жгута производится для уменьшения его диаметра, для чего жгут, проходя через три калибрующих ролика вытягивается и диаметр уменьшается от 50 до 14 мм. Откалиброванный жгут поступает в формовочную машину.

Формование изделия из карамельного жгута производится для разрезания на отдельные изделия определенной формы и рисунка карамели. Формующие машины являются основным технологическим оборудованием. В зависимости от конструкции формующего органа и метода формования применяются машины следующих типов: цепные — режущие, штамповые и закатывающие; ротационные; рольные, валковые монпансейные, завертывающие.

Штампование карамели осуществляется на карамелештамповой машине (рис. 5) на которой изготавливаются изделия различной формы с рисунком. Машина укомплектована цепями с шагом 20, 30, 36, 38, 40 мм. На чугунной станине укреплены вертикальные стойки, поддерживающие формирующие цепи. Верхняя цепь состоит из шарнирно соединенных звеньев и мостиков со свободным скольжением пуансонов, нижняя — из шарнирно соединенных мостиков. Мостики имеют режущие кромки для

надрезания жгута. Карамельный жгут входит через втулку, захватывается верхней и нижней формующими цепями, сжимается, надрезается мостиками. Формующие пуансоны придают карамели определенную форму и выдавливают рисунок. Разводящие ползья разводят пуансоны и освобождают цепочку карамели, которая переходит на охлаждающий транспортер. Прижим цепей регулируется механизмом. Движение цепям передается от электродвигателя через шкив и ведущие звездочки.

Охлаждение отформованной карамели производится с целью перевода ее из пластического состояния в твердое. При формовании карамели в виде цепочки, соединенной тонкими перемычками, первоначальное охлаждение производится на узких транспортерах длиной от 11 до 30 м, на которых перемычки затвердевают. Охлаждение производится воздухом температурой 12-15°C. Транспортные ленты изготавливаются из прорезиненного полотна или металлической сетки.

Продолжительность пребывания карамели на узком транспортере 40-50с, после этого карамель поступает на охлаждение в аппараты. При переходе с узкого транспортера в охлаждающий аппарат она падает с небольшой высоты, хрупкие перемычки раскалываются и карамель разделяется. Карамель в охлаждающие аппараты поступает при температуре 65-70°C и охлаждается до температуры 25-30°C, после этого она становится твердой и сохраняет форму при значительных механических действиях. Для охлаждения карамели применяется охлаждающий аппарат (рис.6). Он представляет собой одноярусную закрытую конструкцию, в которой охлаждение карамели производится на сетчатом транспортере.

Карамель с узкого транспортера питателем передается на сетчатый транспортер охлаждающего аппарата. Охлаждение карамели производится воздухом, движущимся по замкнутому циклу. Воздух центробежным вентилятором подается в охлаждающее устройство, из которого он выходит с температурой 6-8°C и направляется в распределительный короб переменного сечения для выравнивания скорости потока по длине транспортера. Охлажденный воздух из короба через систему насадок подается перпендикулярно движению сетчатого транспортера и производит охлаждение карамели. Отработанный нагретый воздух поступает в нижний короб, откуда вновь направляется на повторное охлаждение, и цикл повторяется. Продолжительность охлаждения составляет 2,2 мин. Охлажденная карамель с помощью вибротолка выгружается из аппарата и передается на завертку. Карамель завертывается поштучно в этикетку с подверткой или фольгой. Этикетки используются красочные, из парафинированной или этикеточной бумаги. Способы завертки - «вперекрутку» или «в замою». Для завертки «вперекрутку» используются автоматы ЕУ-1, ЕУ-3 с использованием рулонных этикеток и подвертки.

Завернутую карамель упаковывают в наружную тару массой нетто не более 22 кг. Упаковывают фасованную карамель в короба из

гофрированного картона. Наружнюю тару закрывают, маркируют и отправляют на склад готовой продукции. При упаковке карамели влажность коробов не должна превышать 12%.

4. Порядок проведения работы.

1. Студенты по данным методическим указаниям изучают материал, приведенный в разделе «Общие сведения».
2. По предложенному описанию технологического производства карамели студенты изучают последовательность процессов ее изготовления, а также знакомятся с конструкциями и принципом действия основного и вспомогательного технологического оборудования.
3. После изучения технологической схемы производят компоновку поточной линии производства карамели вычерчивают машинно-аппаратурную схему с учетом принятых транспортных средств.
4. Для поточной линии производства карамели студенты обосновывают выбор транспортирующих систем между основным технологическим оборудованием и представляют схемы способов передачи продукта с одного транспортера на другой.
5. В построенной машинно-аппаратурной схеме производства карамели студенты устанавливают и схематично изображают транспортные связи между основным технологическим оборудованием в линии.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под поточной линией?
2. На решении каких вопросов основывается компоновка поточной линии?
3. Каковы основные признаки поточного производства?
4. Как производится выбор технологических процессов и оборудования в линии производства карамели?
5. Объяснить технологическую схему производства карамели.
6. Представить машинно-аппаратурную схему поточно-механизированной линии производства карамели.
7. Какое оборудование применяется для приготовления карамельных сиропов и получения карамельной массы?
8. Какое оборудование предназначено для приготовления начинок?
9. Какие агрегаты применяются для формования карамели?
10. Объяснить устройство карамелеобкаточных машин с начинконаполнителем.
11. Объяснить устройство и принцип работы калибрующих и формующих машин.
12. Какие аппараты применяются для охлаждения карамели?
13. Какое оборудование предназначено для завертки и упаковки карамели?

14. Какие транспортирующие устройства входят в линию?
15. Какие существуют способы передачи продукта с одного транспортера на другой?
16. Какой вид связи применяется между основным технологическим оборудованием в линии?

Библиографический список

1. Технология и оборудование пищевых производств. / Под ред. Назарова Н.И. -М.: Пищевая промышленность. 1971.
2. Лунин О.Г. Поточные линии кондитерской промышленности. -М.: Пищевая промышленность. 1970.
3. Технологическое оборудование пищевых производств /Под ред. Азарова Б.М. -М.: Агропромиздат. 1988.
4. Машины и аппараты пищевых производств. Кн.1. / Под ред. Панфилова В.А. -М.: Высшая школа. 2001.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Изучение работы оборудования поточно-автоматической линии «Нагема» производства сборной жестяной тары с делением линии на участки (4 часа)

Цель работы

1. Изучить машинно-аппаратурную схему производства сборной жестяной тары и представить схемы основного оборудования линии с его техническими характеристиками.
2. Ознакомиться с принципами деления поточных линий на отдельные участки.
3. Разделить поточную линию производства сборной жестяной тары на отдельные участки и представить их в виде схемы.

Материальное оснащение

1. Оборудование линии для производства сборной жестяной тары, измерительные инструменты (ГОСТ 427-75).

I. Общие сведения

1. Деление поточной линии на участки

Чем больше машин входит в линию, тем больше потеря производительности будет из-за простоев. Поэтому при большом числе взаимосвязанных машин целесообразно создавать линию с жесткой связью между машинами, разделив ее на независимые участки и предусмотреть работу этих участков в виде единого автоматизированного потока. Поместив между участками накопители с запасом деталей, можно частично компенсировать простои участков, так как при простое одного участка остальные могут работать некоторое время за счет деталей (крышек и корпусов), имеющихся в накопителях.

Под бункерными накопительными устройствами поточных линий следует понимать устройства для приема, хранения и выдачи полуфабриката.

Промежуточные бункера-накопители автоматических линий разделяются на транзитные и складские. В транзитных бункерах для выдачи очередной порции или единицы полуфабриката необходимо перемещать весь имеющийся в них запас полуфабрикатов. В складских бункерах при нормальной работе соседних участков линии поток питания последующего участка идет в обход запаса, и бункер включается в работу лишь при отказе одного из участков.

Количество отказов, частота и причины простоев оборудования могут быть различными. Они зависят от конструктивного совершенства

машин и степени надежности их работы, технического состояния машин, уровня организации производства и целого ряда случайных причин.

При делении линии на участки следует иметь в виду, что линии с жесткой связью, хотя и имеют наименьшую стоимость и конструктивную простоту, но обладают наименьшей надежностью, ибо остановка одной машины вызывает простои всей линии. Линии же с гибкой связью, напротив, имеют высокую сложность и стоимость наряду с максимальной надежностью. Поэтому целесообразно создавать линии не с максимальной, а с оптимальной надежностью.

Для определения оптимального количества участков поточной линии применяется формула

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{t_z \cdot Z(1 - \Delta)(K + T) / (KC + Tm)(1 + t_z \cdot Z \cdot \Delta)}$$

где: Z — число машин в линии;

t_z — простои одной машины, отнесенные к единице времени бесперебойной работы линии;

Δ — коэффициент межучасткового наложения потерь, представляющий собой долю, в которой собственные простои из-за настройки одного из участков (вследствие недостатка накопительного запаса) добавляются к простоям из-за настройки другого, смежного с этим участком. При этом всегда $\Delta < 1$. (Если накопитель имеет большую емкость полностью компенсирует потери, то $\Delta = 0$, если же накопитель отсутствует, то $\Delta = 1$);

K — коэффициент, характеризующий технический уровень линии, т.е. отношение стоимости линии к годовому фонду заработной платы обслуживающих рабочих для исходного варианта;

C — относительная стоимость одного накопителя по сравнению со средней стоимостью одной машины в линии;

T — предполагаемый срок службы линии, годы;

m — норма обслуживания накопителей при отсутствии автоматической связи между участками линии.

При разделении линии на отдельные участки ритм работы выбирается для всех участков линии одинаковым. Однако фактически производительность отдельных участков может быть разной, так как она зависит не только от выбранного ритма, но и от потерь времени на простои. Для участков, расположенных в начале линии, необходимо обеспечить большую надежность. В противном случае может оказаться, что производительность последующего участка будет выше, чем предыдущего, и промежуточный запас изделий может, хотя и медленно, но непрерывно истощаться. Во избежание этого желательно, чтобы производительность каждого предыдущего участка линии была бы выше, чем последующего.

2. Описание машинно-аппаратурной схемы производства сборной жестяной тары фирмы «Нагема».

Металлические консервные банки изготовляют на автоматических и полуавтоматических линиях предназначенных для:

- производства сборной жестяной тары;
- выработки цельноштампованной жестяной и алюминиевой тары;
- изготовления комбинированной картонно — металлической тары;
- производства металлических крышек для стеклянной тары.

Для сборных консервных банок емкостью до 889 мл широко применяются автоматические линии Симферопольского завода им. Куйбышева и фирмы «Нагема» (Германия).

Производительность последней линии — до 250 банок в 1 мин. При использовании сменных частей оборудование линии можно наладить на изготовление сборных цилиндрических банок диаметром 70 — 115 мм и высотой 40-125 мм.

В состав линии входит следующее основное оборудование: Рис.1.

Двухрядные фигурные ножницы представляют собой автоматический вырубной пресс. На приемный стол листы жести укладывают вручную и затем они автоматически подаются на обработку.

Машина используется для раскроя листов жести на двухрядные фигурные полосы, из которых на автоматических прессах штампуют донышки и крышки. Машина выполняет две основные технологические операции: обрезает кромки листа при помощи двух пар дисковых ножей; разрезает обрезанный лист на фигурные полосы с помощью одностороннего режущего инструмента (штампа), работающего подобно ножницам.

Двухрядный пресс с пневматическим приводом предназначен для штамповки донышек и крышек банок или крышек для стеклобанок из полос жести или рулонной жести. Производительность его составляет до 400 донышек или крышек в минуту.

В этом прессе используются пластинчатые муфты включения и тормоз, которые приводятся в действие сжатым воздухом и управляются кнопками с помощью электромагнита. Сжатым воздухом приводятся в движение также механизмы для продольной подачи полос, имеющие механический привод. Все движущиеся детали пресса, в том числе, шкив — маховик, ползун со штампами, механизмы для подачи жести и другие закрыты кожухами.

Подвivoчное устройство для круглых донышек и крышек предназначено для подвivoвки фланцев круглых донышек банок диаметром 73-113 мм. Подвivoвка фланцев облегчает отделение одной крышки от стопки механизмами закаточных, пастонакладочных и других машин, а также улучшает работу закаточных роликов первой операции. Работа подвivoчного механизма состоит в том, что крышки или донышки, поступающие из пресса по наклонному желобу захватываются дисками и прокатываются ими в зазоре между диском и дугой. При этом кромки

крышек формируются по профилю канавок диска и дуги, таким образом происходит подвивка фланца крышки. После этого крышка проходит по круговой направляющей и поступает в стопкособиратель.

Автоматическая одношпиндельная пастонакладочная машина линейного типа предназначена для заливки жидкой водно-аммиачной пасты на предварительно подвитой фланец дна или крышки диаметром 43-113мм.

Машина состоит из привода, компрессора, воздушного баллона, бака для пасты, магазина для подачи крышек, механизма стопкособирателя, промежуточной станции и муфты включения.

При подготовке машины к работе бак наполняют пастой, а в ресивере с помощью компрессора создают необходимое давление воздуха. Магазин наполняют крышками и включают машину. Каретка своим первым упором отделяет по одной крышке из магазина и, двигаясь возвратно — поступательно, подает каждую крышку на патрон в момент его опускания.

После пастирования крышка вторым упором каретки снимается с патрона и подается на промежуточную станцию и далее, третьим упором — в стопкособиратель. Стопки пастированных крышек периодически вынимаются вручную из стопкособирателя и направляются в сушильную печь.

Для нормальной работы пастонакладочной машины избыточное давление воздуха в ресивере необходимо поддерживать в пределах 0,3 — 0,35 МПа (3-3,5 кгс/см²). Оптимальное избыточное давление пасты в баке должно быть 0,03 — 0,04 МПа (0,3 — 0,4 кгс/см²).

Производительность машины 160 крышек в минуту.

Сушильно-охлаждающий аппарат транспортно-туннельного типа предназначен для сушки пастированных донышек и крышек и их охлаждения.

Аппарат состоит из двух рабочих камер, в боковых стенках которых предусмотрены отверстия для поступления горячего воздуха. Торцовые стенки камеры снабжены двустворчатыми дверцами, через которые поступают в камеру и выходят из нее стопки крышек.

На сушильной камере установлен вентилятор и электрокалорифер с электронагревательными элементами.

Охлаждающая камера расположена в конце транспортера. Камера снабжена осевым вентилятором.

Стопки крышек вручную устанавливают на транспортер, который медленно перемещает их сначала вдоль сушильной камеры, а затем в охлаждающей камере их вручную снимают с транспортера.

Продолжительность сушки 10-18 мин, охлаждения — 7 — 13 мин. Температура сушки 60-70°С. Производительность аппарата 10-30 тысяч крышек в час.

Сдвоенные дисковые ножницы предназначены для разрезания листов жести в двух взаимно перпендикулярных направлениях на

заготовки корпусов банок. Листы направляются на ножницы с помощью автоматического подавателя.

Машина работает следующим образом: лист жести автоматическим подавателем укладывается на плоскость обрезающего стола. Далее он захватывается пальцами цепи и подается к дисковым ножам, при этом центрирующий механизм ориентирует лист жести по боковым сторонам перед разрезанием. Дисковые ножи обрезают боковые кромки листа и разрезают лист на две полосы, ширина которых равна длине корпусного бланка. Полосы поступают на нарезной стол. Затем пальцы подающего транспортера нарезного стола захватывают каждую полосу отдельно и подают ее к нарезным дисковым ножам. Перед нарезными ножами пальцы каретки догоняют лист и проталкивают его вперед, к ножам, последние обрезают боковые кромки полос и разрезают их по ширине корпусных бланков. Нарезанные бланки поступают в секции приемного магазина.

Производительность сдвоенных ножниц 30 листов в минуту.

Корпусообразующий автомат предназначен для изготовления корпусов цилиндрических банок диаметром 50-115мм и высотой 50-125мм. Автомат работает следующим образом: после включения автомата присосы за счет вакуума поднимаясь, захватывают нижний бланк и, опускаясь, выбрасывают его из магазина. При этом бланк дугообразно прогибается. В нижнем положении вакуум в присосах нарушается. В этот момент задние пальцы реечного транспортера подхватывают бланк и подают его к механизму отсечки углов и просечки прорезей; бланк при этом точно фиксируется.

Пуансоны, опускаясь, отсекают два угла на одной стороне бланка и просекают прорезки на второй стороне. Затем они поднимаются, а реечный транспортер переносит бланк к механизму отгиба кромок. Бланк с загнутыми краями смазывается флоксом и подается реечным транспортером на формующий патрон, который после точной установки бланка немного поднимается и прижимает его к опорной планке. Затем формующие крылья опускаются, огибают бланк вокруг патрона и застегивают его отогнутые края (крючки). При помощи расширителя боковые щеки патрона раздвигаются и молот ударяет по шву, в результате чего формируется продольный шов.

Средним реечным транспортером склепанный корпус переносится на конец рога. Ролики смазывают продольный шов флоксом, корпус подхватывается цепным транспортером и протаскивается над паяльным валом. Вал, вращаясь наносит на продольный шов корпуса вращающимся расплавленным припоя, излишек припоя снимается вращающимся матерчатым диском и сбрасывается в специальный ящик. После этого корпус перемещается цепным транспортером над воздуховодом, где шов охлаждается.

Корпус снимается с рога выбрасывателем, установленным на валике звездочки цепного транспортера, и подается на выносной транспортер.

направляющий его в приемную часть фрикционного подъемника. Производительность автомата до 250 корпусов в минуту.

Ротационный отбортовочный автомат предназначен для двусторонней отбортовки фланцев у корпусов цилиндрических консервных банок при помощи специальных инструментов отбортовочных патронов. Автомат работает следующим образом: корпуса подаются в машину по вертикальному желобу, попадают в вырезы звезд, вращающихся вместе с ротором. При вращении вала корпус банки, находящийся в вырезе звездочки, с двух сторон сжимается патронами, которые входят в корпус и отгибают фланцы в соответствии с профилем патронов. После поворота барабанов на некоторый угол патроны расходятся под действием кулачков, обработанный корпус попадает в наклонный желоб и скатывается вниз. Производительность машины до 300 корпусов в минуту.

Отбортованные корпуса направляются транспортными устройствами к закаточной машине.

Закаточная машина предназначена для соединения донышек с корпусами цилиндрических жестяных банок, а также для укупорки этих банок после наполнения продуктом.

Работает машина следующим образом. Корпус из желоба попадает на вращающийся диск приемной звезды и с помощью пружинной направляющей и секторной подпружиненной направляющей захватывается гнездом звезды. Затем корпус передается на распределительную звезду с эксцентрической направляющей.

Проходящий по столу корпус сначала задевает за шуп счетчика банок, а затем отжимает шуп блокировки подачи донышек, включая механизм магазина. Толкатель магазина подает отсеченное донышко вперед, а ножи при обратном ходе отсекают новое донышко. В дне магазина имеется щель, в которую проходят пальцы рычагов гнезд звезды. Рычаги управляются центральным пазовым кулачком. При подходе гнезда к магазину рычаг поднимается, палец захватывает поданное донышко, и оно проталкивается в пазы направляющей над гнездом. При дальнейшем повороте разгонной звезды в гнездо устанавливается корпус, который вместе с донышком направляется к закаточной карусели.

Так как в направляющей имеется винтовой спуск, донышко постепенно во время движения опускается на корпус. На выходе из направляющей корпус с надетым донышком попадает под прижимные планки, которые поддерживают корпус во время установки его на нижний патрон закаточной карусели. После этого опускается выталкиватель закаточной головки, зажимающий корпус с донышком, которые поднимаются нижним патроном. С этого момента начинает работать закаточная головка. После формирования и уплотнения двойного закаточного шва донышка, нижний патрон опускается, выталкиватель насакивает на неподвижный кулачок и сталкивает закатанную банку с верхнего патрона. Банка снимается выбросной звездой и выносятся из

машины. Производительность машины до 300 банок в минуту. Закатанные банки направляются транспортными устройствами к автоматическому воздушному тестеру.

Автоматический воздушный тестер предназначен для проверки герметичности банок по давлению воздуха внутри них с помощью пневмоэлектрического браковочного аппарата.

При работе автомата банки подаются транспортными устройствами в наклонные желоба и вкатываются двумя параллельными потоками на испытательные колеса. Каждая банка попадает в свое гнездо, образуемое центрирующим направляющим; при этом банка расположена открытой стороной к резиновой подушке и донышком — к зажиму.

Под действием неподвижного кулачка срабатывает механизм зажима и банка оказывается плотно прижатой к резиновой подушке. После этого банка отклоняет рычаг, и в нее через золотник и радиальную трубку поступает порция сжатого воздуха под избыточным давлением до 0.1 МПа (1 кг/см^2).

Вслед за этим золотник отъединяет банку и радиальную трубку, движущиеся вместе с испытательным колесом, от неподвижной воздушной системы.

Проверка герметичности банки продолжается на протяжении 308° поворота испытательного колеса; при производительности машины, близкой к предельной (400 банок в минуту), это соответствует времени испытания 10,8 с. В течение этого времени в герметичной банке полностью сохраняется первоначальное давление воздуха, тогда как в негерметичной банке давление снижается.

После испытания банки через радиальную трубку, золотник и трубка сообщается с верхней частью контрольного аппарата. Последний представляет собой цилиндрическую коробку, внутри которой помещается на уровне нижней плоскости крышки гофрированная мембрана, плотно зажатая по краям.

Таким образом, мембрана делит коробку контрольного аппарата на две полости: верхнюю сообщающуюся с банкой после испытания, и нижнюю, сообщенную с ресивером. Для герметичной банки разность между давлением воздуха, устанавливаемым после сообщения ее с контрольным аппаратом, и давлением в ресивере восполняется давлением пружины, помещаемой в трубку над центральной частью аппарата.

Когда проходит герметичная банка, мембрана остается плоской. При прохождении негерметичной банки мембрана прогибается вверх. В последнем случае размыкаются электроконтакты, один из которых укреплен в центре мембраны, а другой внутри центральной трубки; при этом обесточивается катушка электромагнита.

В момент, когда испытываемая банка начинает сообщаться с надмембранным пространством контрольного аппарата, рычаг находится в крайнем правом положении и, если банка негерметична, то рычаг повернется и во время поворота под действием кулачка откроет банку и

она попадает в нижнее отделение коробки для негерметичных банок. Проверенные банки поднимаются вверх и транспортируются на склад. Неавтоматический тестер предназначен для периодического контроля работы автоматических тестеров. При транспортировке банок от машины к машине используются наклонные желоба (угол наклона 5-10°), в которых передвижение корпусов и банок осуществляется за счет качения под действием их собственной тяжести. Кроме того, они служат для накопления корпусов или банок, что позволяет автоматизировать работу линии без полной синхронизации входящих в нее машин.

3. Порядок проведения работы.

1. Студенты по данным методическим указаниям изучают материал, приведенный в разделе «Общие сведения».
2. По приведенной машинно-аппаратурной схеме автоматической линии «Нагема» для производства сборных цилиндрических жестяных банок студенты должны разделить поточную линию на участки и обосновать принятый вариант деления.
3. По представленной машинно-аппаратурной схеме студенты должны изучить последовательность процессов изготовления сборной цилиндрической банки и составить технологическую схему.
4. По предложенному описанию машин и аппаратов, входящих в линию, студенты изучают их конструкции и принцип действия и представляют схемы оборудования.

Контрольные вопросы

1. Какова целесообразность деления поточной линии на участки?
2. Что понимается под бункерами-накопителями?
3. От каких факторов зависит количество, частота и причины простоев оборудования?
4. По какой формуле рассчитывается оптимальное количество участков поточной линии?
5. Как выбирается ритм работы для всех участков при делении линии на отдельные участки?
6. Из какого оборудования состоит машинно-аппаратурная схема производства сборной жестяной тары фирмы «Нагема»?
7. Какова схема конструкции двухрядных фигурных ножниц?
8. Как устроены двухрядные прессы с пневматическим приводом? Схема их конструкции.
9. Как устроено подливочное устройство для круглых донышек и крышек?
10. Схема конструкции одношпиндельной пастонакладочной машины.
11. Конструкция и принцип работы сушильно-охлаждающего аппарата транспортно-туннельного типа.

13. Каково назначение каждого механизма, входящего в корпусообразующий автомат?
14. Схема конструкции ротационного отбортовочного автомата.
15. Какова схема конструкции закаточной машины?
16. Каково назначение автоматического воздушного тестера и какие операции выполняются в нем?

Библиографический список

1. Чулахин В.М., Леонов И.Т. Производство жестяной консервной тары. М.: Пищевая промышленность. 1976.
2. Лунин О.Г. Поточные линии кондитерской промышленности. –М.; Пищевая промышленность. 1970.
3. Технологическое оборудование пищевых производств / Под ред. Азарова Б.М. –М.: Агроромиздат. 1988.
4. Машины и аппараты пищевых производств. Кн.1. Под ред. Панфилова В.А. –М.: Высшая школа. 2001.

Оглавление

Введение	4
Часть 1. Практические занятия	
Занятие №1	
Классификация поточных линий пищевых производств.....	5
Занятие №2	
Построение операторных моделей технологических систем. Строение производственного процесса как системы.....	9
Занятие №3	
Выбор оборудования поточных линий и расчет Производительности основного оборудования в линии.....	18
Занятие №4	
Расчет площади, занимаемой поточной линией.....	23
Занятие №5	
Циклические работающие системы. Транспортирующие системы поточных линий.....	27
Библиографический список.....	34
Часть 2. Лабораторные работы	
Лабораторная работа №1	
Изучение работы, подбор оборудования, расчет площадей и компоновка поточной линии производства вареных колбас производительностью 500кг/час.....	36
Лабораторная работа №2	
Компоновка поточной линии и анализ связи между основным оборудованием при производстве карамели (4 часа).....	54
Лабораторная работа №3	
Изучение работы оборудования поточно-автоматической линии «Нагема» производства сборной жестяной тары с делением линии на участки (4 часа).....	62

ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и лабораторным работам
для студентов направления 551802 «Пищевая инженерия»
специальности 551802.01 «Машины и аппараты пищевых производств»
очной и заочной форм обучения

Составители: *С.В.Кочнева, Л.З.Плахтиенко*

Редактор *Е.И.Соколова*

Тех. редактор *Ж.З.Кучкачова*

Подписано к печати 16.01.03г. Формат бумаги 60x84^{1/16}
Бумага офс. Печать офс. Объем 5 п.л. Тираж 50 экз. Заказ 7
Цена 46,10с Розн. цена 50,00с.

720044, Бишкек, ул. Сухомлинова, 20.
ИЦ «Текник» КТУ, т.: 42-14-55, 54--29-43
E-mail: ict@ktu.aknet.kg, teknik@netbox.ru

