

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 05.10.2023 10:48:33
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« Ю » 2022 г.



Технологическое оборудование молочного и мясного производства

Методические указания по выполнению практических работ

Курск 2022

УДК 620.2

Составитель Э.А. Пьяникова

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *А.Е. Ковалева*

Технологическое оборудование молочного и мясного производства : методические указания по выполнению практических работ /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.А. Пьяникова. Курск, 2022. 169 с.: Библиогр.: с.169.

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. 9,8. Уч.- изд. л. 8,9.Тираж 50 экз. Заказ .Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040 Курск, ул.50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Оборудование для доставки, хранения и количественной приемки молока	5
Трубопроводы и насосы	14
Исследование работы оросительного охладителя	19
Оборудование для гомогенизации и эмульгирования	24
Сепараторы и центрифуги	29
Оборудование для производства сыра, казеина и творога	37
Оборудование для производства масла	42
Оборудование для производства сгущенных молочных продуктов	47
Оборудование для мойки тары и аппаратуры	53
Технологические линии производства пастеризованного молока	56
Технологические линии производства сливочного масла	60
Технологические линии производства творога традиционным способом	63
Технологические линии производства сыра	67
Технологическая линия производства молока	70
Технологическая схема приготовления мороженого на фризере	73
Комплектные технологические линии малотоннажной переработки молока	79
Изучение устройства и принципа действия комплекса оборудования для измельчения мясного сырья	89
Расчет оборудования для измельчения мяса. Расчет оборудования для тонкого измельчения мяса и мясорезательные машины	98
Оборудование для окончательного измельчения мяса. Изучение работы куттера	105
Расчет мясо- и шпингорезательных машин	109
Расчет производительности машин для формирования котлет	115
Расчет производительности оборудования для перемешивания мяса. Мясильно-перемешивающее оборудование	123
Дозировочно-формовочное оборудование для	135

мясоперерабатывающего производства	
Технологические линии производства полукопченых колбас и мясных консервов	143
Технологические линии производства варёных колбас и мясных консервов	151
Поточно-технологические линии (цеха) современных птицеводческих предприятий	154
Технологические линии первичной переработки сельскохозяйственной птицы	161

РАБОТА №1

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ, ХРАНЕНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ПРИЕМКИ МОЛОКА

Цель работы: изучить транспортные средства и оборудование для перевозки сырья и готовой продукции, произвести производственные расчеты, ознакомиться с устройством весов и счетчиков, определить погрешности показаний.

Материальное обеспечение: наглядные пособия, плакаты, методические расчеты.

Краткие теоретические сведения

Для доставки молока и молочных продуктов применяют специализированный железнодорожный и водный транспорт, автофургоны, авторефрижераторы, автомобили с изометрическими кузовами, вагоны-ледники, горные молокопроводы, контейнеры, фляги и т. д. Основным транспортом для перевозки молока являются автомолцистерны.

Для перемещения грузов на предприятии используют цеховой и межцеховой транспорт.

Автоцистерны. Автомобильные цистерны типа АЦПТ на различных шасси предназначены для перевозки молока с ферм и приемных пунктов на предприятие молочной промышленности.

Секции цистерн (одно-, двух - и трех - секционных) изготавливают из пищевого алюминия с термоизоляцией. Вакуум создается в рабочей емкости секции коллектором двигателя автомобиля или насосом, установленным на месте сбора молока. Опорожняют самотеком или насосом.

Автоцистерна АЦПТ-3,3 состоит из 2-х рабочих секций эллиптической формы вместимостью 1650 литров. Секции снабжены люками, герметически закрывающимися термоизолированными крышками и клапанами для выпуска, обшита досками и заключена в защитный кожух сварной конструкцией из тонколистовой стали. Для термоизоляции применяют также заливочный пенопласт ФРП-1. Управление сменными клапанами – нижнее, ручное, осуществляемое с помощью рычагов. Каждый клапан имеет молокопровод, выведенный сбоку цистерны и заканчивающийся молочной

арматурой для присоединения к заборному рукаву или молокопроводу.

Цистерна крепится на шасси автомобиля четырьмя металлическими поясами со стяжными болтами. С обеих сторон машины расположены площадки для обслуживания цистерны. Заборный рукав и инструмент хранятся в закрытых ящиках. Запасное колесо, помещённое на кронштейне, находится между кабиной водителя и цистерной. Цистерны наполняют молоком под вакуумом, который создаётся в секциях всасывающим коллектором двигателя автомобиля. Наполнение цистерны молоком до заданного уровня контролируется электрической системой сигнализации. Ограничители уровня наполнения в виде контактных пластин расположены в горловинах секций. По достижении заданного уровня молоко замыкает контакт ограничителя уровня наполнения. Одновременно замыкается и электроцепь промежуточного реле, которое своими контактами включает на панели управления сигнальную лампу соответствующей секции (световая сигнализация). Включается также и сигнал автомобиля (звуковая сигнализация), блокируется прерыватель зажигания двигателя, который автоматически отключается, в результате питание подаётся на реле электромагнита. Реле втягивает в себя сердечник, освобождая привод клапана от фиксации. В результате давления пружины и столба молока клапан перекрывает магистраль подачи молока.

Транспортные цистерны с молоком (сливками), поступающие на молочный завод, разгружаются в ёмкости хранения.

Для кратковременного хранения молока используют баки и ванны без теплоизоляции, а для длительного хранения – вертикальные и горизонтальные резервуары, а также баки и ванны, снабжённые теплоизоляцией. Изготавливают: главным образом из нержавеющей стали (8% никеля, 18% хрома), алюминия, чёрной луженой стали, пластичных масс.

Оборудование, предназначенное для хранения молока при температуре 4-6°С, представляет собой сварной алюминиевый вертикально или горизонтально расположенный цилиндрический сосуд с двумя сферическими днищами. Наружная поверхность термоизолирована древесноволокнистой плитой и защищена стальным кожухом толщиной 1,5 мм. В резервуарах имеется люк с крышкой на шарнире, над которой укреплен привод мешалки. Он

состоит из электродвигателя и цилиндрического редуктора, соединенного с валом мешалки. Резервуар снабжен смотровым окном, трубой для наполнения, термометром в оправе, лабораторным краном, сливным краном.

Шнековая мешалка интенсивно перемешивает молоко, обеспечивая в течение 10-12 минут равномерное распределение жира по всему объему. Вал мешалки снабжен сальниковым уплотнением, предотвращающим вытекание молока.

Охлажденное молоко через верхний патрубок поступает в резервуар. Сливают молоко через кран в нижней части резервуара.

Количество молока в резервуаре определяют по уровнемеру поплавкового типа, заблокированному с сигнализатором максимального уровня.

Экономичность оборудования для доставки и хранения молока можно оценивать по следующим соотношениям:

$$f = F/V , \quad (1.1)$$

$$p = P/V , \quad (1.2)$$

где f - поверхность, приходящаяся на единицу объема, $\text{м}^2/\text{м}^3$;

F - поверхность оборудования, м^2 ;

V - объем оборудования, м^3 ;

p – масса материала, из которого изготовлено оборудование, приходящаяся на единицу объема, $\text{кг}/\text{м}^3$;

P – масса материала, из которого изготовлено оборудование, кг .

Чем меньше f , тем меньше изменение температуры продукта, чем меньше p , тем меньше материалоемкость оборудования.

При расчете оборудования для доставки и хранения определяют изменение температуры продукта, а также продолжительность опорожнения и наполнения.

Изменение температуры. В общем случае изменение температуры продукта при доставке и хранении определяют по формуле:

$$G_m \cdot c(t_2 - t_1) = kF\Delta tZ , \quad (1.3)$$

где G_m - количество продукта, кг ;

c - удельная теплоемкость продукта ($\text{Дж}/\text{кг } 0\text{С}$);

t_2 - конечная температура продукта, 0С ;

t_1 - начальная температура продукта, 0С ;

k - коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 0\text{С}$;

Δt - разность температур, 0С ;

Z - продолжительность нахождения продукта в резервуаре, с .

В большинстве случаев среднюю разность температур Δt определяют как среднеарифметическую, т. к. обычно, $t_2 - t_1 = 1 - 3$ °С.

При этих условиях конечную температуру готового продукта t_2 определяют по формуле:

$$t_2 = \frac{2kFZ(t_c - t_1) + 2G_m \cdot ct_1}{2G_m \cdot c + kFZ}, \quad (1.4)$$

где t_c - температура окружающей среды, °С;

$k_{\text{цистерны}} = 1-2$ Вт/м²оС

Продолжительность опорожнения и наполнения.

При опорожнении сжатым воздухом продолжительность опорожнения Z (с) определяют по формуле:

$$Z = \frac{V_n}{\mu f_{в.п} \cdot \sqrt{2gh}}, \quad (1.5)$$

где V_n - объём продукта, м³;

μ - коэффициент истечения ($\mu \approx 0,6-0,9$);

$f_{в.п}$ - площадь сечения выходного патрубка, м²;

g - ускорение силы тяжести ($g = 9,81$ м/с²);

H - разность давлений внутри резервуара и вне его, м.

При опорожнении сжатым воздухом высотой столба жидкости пренебрегают. При опорожнении самотёком продолжительность истечения жидкости Z определяют по формулам:

Из вертикальных резервуаров и баков

$$Z = \frac{2V}{\mu f_{в.п} \cdot \sqrt{2gh}}, \quad (1.6)$$

Из горизонтальных резервуаров и баков

$$Z = \frac{2V}{\mu f_{в.п} \cdot \sqrt{2gh}}, \quad (1.7)$$

где h - первоначальная высота столба жидкости, м;

r - радиус резервуара, м.

При опорожнении оборудования для доставки и хранения молока посредством насоса продолжительность истечения Z зависит от его производительности.

Продолжительность наполнения Z при использовании вакуума определяют по формуле:

$$Z = \frac{V_n}{\mu f_{в.п} \cdot \sqrt{2g \cdot (B - h_g - h_0 - h_0)}}, \quad (1.8)$$

где B - атмосферное давление, м вод. ст.;

h_B - высота установки герметического резервуара, м;

h_0 - средний уровень молока в открытом баке, м;

h_0 - остаточное давление в герметическом резервуаре, м вод. ст.

Если патрубок для выпуска молока расположен под резервуаром, h_b в процессе наполнения изменяется, поэтому в расчетах следует принимать $h_{b,ср.}$. Так как уровень молока в баке также изменяется от максимального до минимального, то в формулу 8 подставляют среднее значение его h_b .

Чтобы определить минимально необходимый объем оборудования для хранения молока, пользуются графическим методом расчета. Строят график, на котором по оси ординат откладывают разность между количеством поступившего продукта с начала наполнения и расходом его с момента переработки. На оси абсцисс откладывают время, в течение которого принимают молоко. На этот же график наносят горизонтальную линию, характеризующую полную емкость баков, ванн и резервуаров, предназначенных для хранения. (рисунок 1.1)

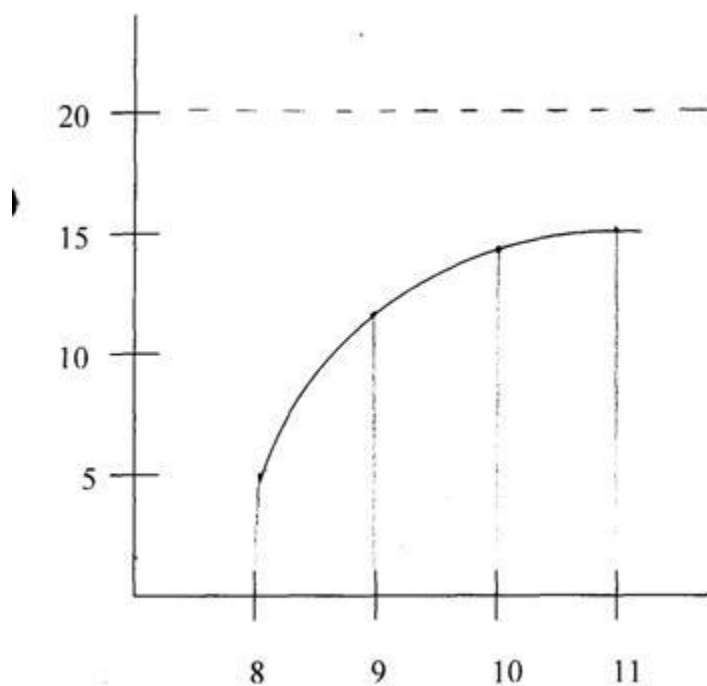


Рисунок 1.1. - Графический метод расчета

1. Определение продолжительности опорожнения баков, цистерн и резервуаров.

Определяют продолжительность опорожнения различных емкостей и коэффициенты истечения продукта при разных способах отвода его. Для проведения работы собирают установку по схеме.

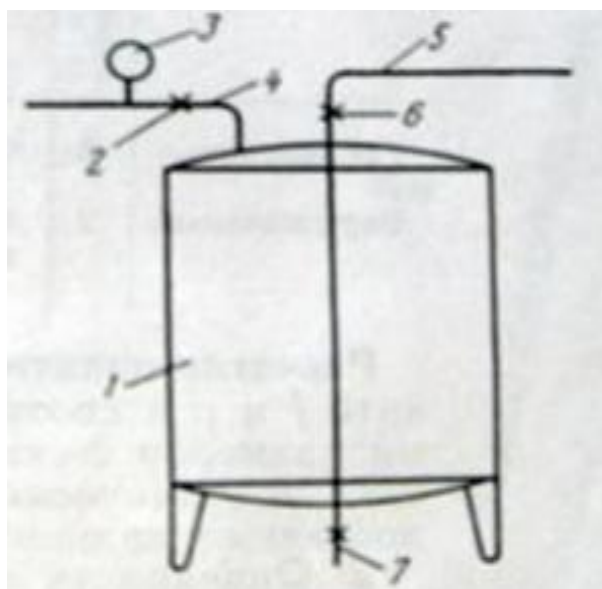


Рисунок 1.2 - Схема установки для определения продолжительности опорожнения резервуаров:

1- резервуар; 2 – вентиль; 3 - манометр; 4 - патрубок для подачи в резервуар сжатого воздуха; 5 - патрубок для наполнения резервуара продуктом; 6 - кран; 7 - патрубок для выхода молока.

Предварительно определяют объем резервуара расчетным путем по геометрическим размерам или непосредственно измеряют объем, применяя для этого различные мерные сосуды. Затем определяют все необходимые геометрические показатели.

Определив необходимые геометрические показатели, наполняют резервуар водой и секундомером устанавливают продолжительность опорожнения. Время истечения жидкости начинают отсчитывать с момента открытия крана на патрубке выхода молока, а заканчивают по истечении всей жидкости из резервуара.

Результаты замеров записывают в таблицу следующей формы
Таблица 1.1 - Продолжительность опорожнения резервуаров

Резервуар	Объем резервуара, м ³	Способ опорожнения	Определяющие размеры резервуара, м	Диаметр патрубка для выхода молока, мм	Давление сжатого воздуха, м вод. ст.	Продолжительность опорожнения резервуара, с	Коэффициент истечения μ
Горизонтальный	3	Самотеком	Радиус 0,5	50	-	750	0,85
Вертикальный	2	Сжатым воздухом	-	35	10	160	0,8

Для взвешивания молока или молочных продуктов вместе с тарой применяют товарные, рычажные и циферблатные весы, а для взвешивания готовых продуктов вместе с тарой – весы специального назначения, например, весы для взвешивания сливочного масла.

Для определения массы молока без тары применяют рычажные и циферблатные весы с подвижными резервуарами (люльками).

Цена наименьшего деления шкалы, по которой отсчитывают $m_{пр}$, составляет 0,1% от m_{max} грузоподъемности весов.

Допустимая погрешность не должна превышать $\pm 0,1\%$ от их грузоподъемности. Масса взвешиваемого на весах продукта не должна быть больше 100% и меньше 5% максимальной грузоподъемности весов.

Пропускную способность или производительность весов M (кг/ч) определяют:

$$M = \frac{60 \cdot G}{Z_{ц}}, \quad (1.9)$$

где G – грузоподъемность весов (кг);

$Z_{ц}$ – продолжительность цикла (мин).

Продолжительность цикла ($Z_{ц}$) складывается из продолжительности наполнения весов молоком, собственно взвешивания, в течение которого производят отсчет, и опорожнения весов.

Для определения количества молока в потоке применяют различные расходомеры (поршневые с кольцевым и дисковым поршнем, электромагнитные, турбинные, шестеренчатые и ультразвуковые), преимущественно с кольцевым поршнем и овальными шестернями. Допустимая точность счетчиков составляет $\pm 0,5\%$ от количества пропущенного через него молока.

Пропускную способность счетчиков или количество жидкости, проходящее через них M (кг/с), определяют по уравнению расхода:

$$M = V f \rho_{ж}, \quad (1.10)$$

где V – скорость движения жидкости, м/с;

f – сечение проходного канала счетчика, м²;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости кг/м³.

В поршневых и шестеренчатых счетчиках измерение количества проходящей через них жидкости основано на

суммировании определенных объемов этой жидкости, отсекаемых поршнями и шестеренками.

Количество отсекаемых объемов зависит от частоты вращения поршня или шестерни, а частота вращения – от количества жидкости, проходящей через трубопроводы и счетчик.

Для обеспечения точности измерения количества молока счетчиками необходимо исключить резкие колебания напора, температуры, расхода измеряемой жидкости, подсос воздуха и пропускание вспененного молока.

Перед счетчиком и после него не рекомендуется устанавливать насосы, т. к. при прекращении работы насоса в систему нагнетается воздух, вследствие чего, искажаются показания счетчика. Перед счетчиком после насоса целесообразно устанавливать промежуточный бачок. Во избежание образования воздушной воронки в промежуточной бачке, уровень жидкости в нем должен быть не менее 25см.

При выполнении лабораторной работы знакомятся с устройством различных весов и счетчиков, а также вычисляют основные условия точной работы и устанавливают причины искажений показаний счетчика.

При проведении лабораторной работы сначала составляют кинематическую схему весов для молока с указанием основных их элементов и кратко поясняют принцип действия изучаемых весов. Затем определяют продолжительность одного цикла взвешивания:

$$Z_{\text{ц}} = Z_{\text{н. в}} + Z_{\text{взв.}} + Z_{\text{оп. в.}} = 190 + 80 + 130 = 400\text{с} = 0,11 \text{ час}$$

Таблица 1.2 - Техническая характеристика весов

Показатели	СМИ - 250	СМИ – 500
Предел взвешивания, кг	12,5 – 250	25 - 500
Цена наименьшего деления циферблата, час	250	500
Габариты, мм		
длина	1740	1740
ширина	1235	1235
высота	1775	1775
Масса, кг	312	331

В лабораторных условиях погрешность весов T можно проверить по разности между показаниями весов и массой контрольных гирь по формуле:

$$T = \frac{P_z - P_d}{P_d} \cdot 100\%, \quad (1.11)$$

где P_T - масса груза, показываемая весами, кг;

P_d - действительная масса груза, кг.

Точность показаний счетчика T (в %) определяют:

$$T = \frac{M_c}{M_3} \cdot 100\%, \quad (1.12)$$

где M_C - количество жидкости, прошедшей через счетчик, m^3 ;

m_3 - количество жидкости, прошедшей через счетчик, по результатам замеров тарированными сосудами, m^3 .

Расчетно-практические задания

Задача 1. Определить f и r в соответствии с непосредственными замерами размеров фляг, баков, ванн, цистерн. Сравнить технико-экономические показатели оборудования для доставки и хранения молока.

Задача 2. Определить конечную температуру молока, транспортируемого в течение 4 ч. В цистерне вместимостью 2000 л. Поверхность цистерны $10m^2$. Начальная температура молока $8^\circ C$, температура воздуха $25^\circ C$. Коэффициент теплопередачи $k = \frac{1,7^{Вт}}{(m^2 \cdot c)}$

Задача 3. Установить графически соответствие между вместимостью резервуаров, имеющих на заводе и количеством поступающего молока.

Вместимость резервуаров $15 m^3$. Молоко поступает в течение 3 ч. В 1ч принимают 7 т молока. Переработку его начинают через 1,5 часа после начала приемки, в каждый час перерабатывают 6 т.

Задача 4. На маслодельный завод в течение 3-х часов равномерно поступает 3т молока и 0,5т сливок в час. Определить, можно ли указанное количество продукта взвесить в течение 3-х часов на 2-х весах грузоподъемностью 250 кг (под весами установлены баки для приемки молока и сливок).

Задача 5. Определить абсолютную ошибку счетчика, выраженную в метрах, установленную между аппаратным цехом и цехом разлива, если счетчик работал в течение 5 часов, из них – 3 часа пропускал по 5000 литров молока в течение часа и 2 часа – по 6500 литров. Ошибка счетчика однозначна – 0,3%.

Задача 6. Определить требуемую грузоподъемность весов, если на завод в течение часа поступает 250 тонн молока. Для всех весов продолжительность цикла одного взвешивания составляет в среднем 4 минуты.

Вопросы для самоконтроля

1. Каким транспортом доставляют молоко и молочные продукты на предприятия?
2. Что вы знаете об автомолцистернах АЦПТ?
3. Как заполняют автоцистерны молоком?
4. В каких резервуарах хранят молоко до переработки?
5. Как устроены танки для приёмки молока?
6. Какие основные формулы применяют для расчета оборудования для доставки и хранения молока?
7. Какие приборы и оборудование используют для определения количества молока.
8. Как устроены молокомеры?
9. По какой формуле рассчитывают пропускную способность весов?
10. Что вы знаете об устройстве стационарных весов?
11. Как устроены счетчики-расходомеры?

РАБОТА №2 ТРУБОПРОВОДЫ И НАСОСЫ

Цель работы: Определение гидравлических сопротивлений в коммуникации трубопровода.

Краткие теоретические сведения

На молочных заводах коммуникации трубопроводов, по которым молоко и другие молочные продукты поступают из одного аппарата или резервуара в другой, достигают длины, измеряемой десятками и сотнями метров.

При этом трубопроводы подбирают и монтируют так, чтобы по возможности обеспечить минимальное сопротивление движению жидкости и исключить отрицательное влияние трубопроводов на качество продукта. В случае неправильного монтажа трубопроводов в углах коммуникаций может скапливать

воздух, вследствие чего молоко вспенивается и изменяется дисперсность продукта. На дисперсность и качество продукта отрицательно влияет чрезмерное повышение скорости движения жидкости по трубопроводам.

Трубопроводы, применяемые в молочной промышленности, изготавливают из нержавеющей стали, алюминия, стекла, пластмасс. Диаметр металлических трубопроводов 25; 35; 50; 76 мм, толщина стенок 1-2 мм, а стеклянных соответственно 15-59 и 5-9 мм.

Расчеты:

При подборе трубопроводов необходимо определить диаметр (d) трубопроводов, потери напора и давление, создаваемое вакуум-компрессионной системой.

Диаметр трубопровода: (мм)

$$d = \sqrt{\frac{4M}{\pi V 3600}}, \quad (2.1)$$

где V - скорость движения жидкости, м/с

M - количество жидкости, м³/с

$v_m = 0,5 - 1,5 \text{ м/с};$

$v_{\text{сп.сгущ.м.,смет.}} = 0,3 - 0,5 \text{ м/с};$

$v_{\text{об.м,пасты,сывор.}} = 1 - 2 \text{ м/с}$

Потери напора, или гидравлическое сопротивление движению жидкости Н_с (м) в трубопроводах:

$$H_c = \frac{v^2}{2g} - \left(\varepsilon_{\text{спр}} - \frac{l}{d} + \sum \varepsilon_{\text{мс}} + 1 \right), \quad (2.2)$$

где l –длина трубопровода, м;

g – ускорение силы тяжести;

$\varepsilon_{\text{спр}}$ - коэффициент сопротивления трения;

$\varepsilon_{\text{мс}}$ - коэффициент местных сопротивлений.

Коэффициент сопротивления трения зависит от режима движения жидкости.

При турбулентном режиме: Re >2320

$$\varepsilon_{\text{спр}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (2.3)$$

где Re - критерий Рейнольдса

При ламинарном режиме: Re <1200-1600

$$\varepsilon_{\text{спр}} = \frac{64}{\text{Re}}, \quad (2.4)$$

Скорость движения жидкости по трубопроводам v (м/с) определяют по уравнению расхода.

$$v = \frac{M}{f_{\text{тр}}} = \frac{4M}{\pi d^2}, \quad (2.5)$$

где $f_{\text{тр}}$ - площадь сечения трубопровода

Критерий Рейнольдса вычисляют по формуле

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad (2.6)$$

где ν - кинематическая вязкость продукта, $\text{м}^2/\text{с}$

Коэффициент местных сопротивлений $\epsilon_{\text{мс}}$ зависит от вида сопротивления.

При отводах, устанавливаемых на коммуникациях трубопроводов, $\epsilon_{\text{мс}}$ равен

$$\epsilon_{\text{мс}} = [0,131 + 0,16 - (d/R)^{3,5}] - \frac{a}{90} \quad (2.7)$$

где d – диаметр трубы, м;

R – радиус закругления, м.

Необходимое избыточное давление P_H (Па) для подъема жидкости при вакуум-компрессионной системе подачи:

$$P_H = (H_B + H_C)\rho_{\text{жс}}g \quad (2.8)$$

где H_B - высота подъема жидкости, м

H_C - гидравлическое сопротивление движению жидкости в трубопроводе, м.

H_C определяют по формуле (2.2). При этом скорость движения жидкости в трубопроводе определяют по формуле

$$V = \sqrt{\frac{2(P_H - H_B \cdot \rho_{\text{жс}} \cdot g)}{H_C \cdot \rho_{\text{жс}}}}, \quad (2.9)$$

Вакуум, необходимый для подъема жидкости на заданную высоту, в (Па) определяют по формуле:

$$P_b = 10\rho_b g - P_o = 10\rho_b g - H_{\text{в}}\rho_{\text{жс}}g + H_{\text{с}}\rho_{\text{жс}}g, \quad (2.10)$$

где P_o - остаточное давление в резервуаре, Па

Насосы.

В молочной промышленности применяют плунжерные, центробежные, роторные, шестеренные, диафрагменные, винтовые, шланговые насосы. Наибольшее распространение получили центробежные насосы.

Известны центробежные насосы для перекачивания высоковязких и пластичных продуктов (сливок, сметаны, сгущенного молока). Принцип действия всех центробежных насосов одинаков.

Основными показателями являются: высота подачи жидкости и потребляемая мощность.

Высота подачи жидкости от уровня всасываемой жидкости до наивысшей точки подъема ее, называемая полным напором H (м), зависит от расположения оси вращения (горизонтально или вертикально) рабочего колеса центробежного насоса.

Для горизонтального насоса:

$$H = \frac{P_d - P_s}{\rho_{ж}g} + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g}, \quad (2.11)$$

Для вертикального насоса:

$$H = H_s + \frac{P_d}{\rho_{ж}g} + \frac{V_d^2}{2g}, \quad (2.12)$$

где P_d - гидростатическое давление продукта, измеряемое у выходного патрубка, Па

P_s - гидростатическое давление, измеряемое у входного патрубка, Па

H_s - расстояние от уровня жидкости до оси нагнетательного патрубка, м;

V_d - скорость движения жидкости в нагнетательном патрубке, м/с

V_s - скорость движения жидкости во всасывающем патрубке, м/с.

Высоту подачи жидкости, или полный напор H , создаваемый рабочим колесом насоса, чаще всего определяют по формуле:

$$H = \frac{V_0^2}{g} = \frac{\pi^2 n^2 D^2}{g}, \quad (2.13)$$

где V_0 - окружная скорость рабочего колеса насоса, м/с

n - частота вращения рабочего колеса, 1/с

D - диаметр рабочего колеса

Мощность, потребляемую центробежными насосами, N (кВт) определяют по формуле:

$$N = \frac{Mn\rho_{ж}}{10^{2n}}, \quad (2.14)$$

где M - производительность насоса, m^2/c

n - коэффициент полезного действия центробежного насоса $n=0,2-0,4$.

Взаимосвязь между частотой вращения рабочего колеса, производительностью, напором и мощностью, потребляемой насосом, выражают следующими уравнениями:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{M_1}{M_2}, \frac{n_1^2}{n_2^2} = \frac{H_1 \cdot n_1^3}{H_2 \cdot n_2^3} = \frac{N_1}{N_2}, \quad (2.15)$$

где n_1 и n_2 - соответственно паспортная и измененная частота вращения рабочего колеса насоса;

H_1, M_1, N_1 - соответственно напор, производительность и потребляемая мощность при паспортном числе оборотов;

H_2, M_2, N_2 - соответственно напор, производительность и потребляемая мощность при измененном числе оборотов.

Важным показателем, позволяющим сравнивать геометрически подобные центробежные насосы, является так называемый коэффициент быстроходности n

$$n_6 = \frac{13140n\sqrt{M}}{\sqrt[4]{H^3}}, \quad (2.16)$$

где n – частота вращения рабочего колеса насоса, 1/с

Если давление в камере насоса равно упругости паров жидкости при данной температуре, то наблюдается кавитация, в результате которой резко снижается производительность и к.п.д. насоса, возникают гидравлические удары, разрушающие колесо и корпус насоса.

Поэтому для центробежных насосов, работающих на всасывание, определяют коэффициент кавитации σ

$$\sigma = 0,00123 \frac{(3600n^2M)^{2/3}}{m}, \quad (2.17)$$

Высота всасывания зависит от температуры продукта и практически ее можно принять в следующих пределах (таблица 2.1).

Таблица 2.1 - Высота всасывания и температуры продукта

Температура продукта, °С	10	20	30	40	50	60	65
Высота всасывания, м	6	5	4	3	2	1	0

Задание

Задание 1. При подборе трубопроводов определить диаметр трубопроводов, потери напора и давление, создаваемое вакуум-

компрессионной системой для подачи молока, сгущенного молока и сметаны.

Задание 2. Определить основные показатели насосов, которыми являются: высота подачи жидкости и потребляемая мощность.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое трубопровод?
2. Какие трубопроводы применяются в молочной промышленности?
3. От чего зависят местные сопротивления в трубопроводах?
4. Что такое насос?
5. Какие насосы получили наибольшее распространение в молочной промышленности?
6. Как определяется подачи жидкости в насосе?
7. Что такое кавитация?

РАБОТА №3 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ОРОСИТЕЛЬНОГО ОХЛАДИТЕЛЯ

Цель работы: изучить устройство и принцип работы оросительного охладителя.

Краткие теоретические сведения и основные расчеты

Для охлаждения молока и жидких молочных продуктов чаще всего применяют пластинчатые и трубчатые закрытые охладители. Вместе с тем для охлаждения молока и особенно сливок на практике до сих пор применяют оросительные охладители. При замораживании сливок для длительного резервирования их предварительное охлаждение целесообразно осуществлять также на оросительных охладителях.

В них в качестве хладоносителей используют воду, ледяную воду, рассол, аммиак и т. п.

Оросительные охладители классифицируют по количеству секций и форме трубок.

Известны односекционные и многосекционные (пакетного или книжечного типа) охладители.

В односекционных охладителях трубки чаще всего круглого профиля, поэтому их называют круглотрубчатыми, а в многосекционных охладителях, как правило, фасонного профиля.

Кроме того, все охладители разделяют на одно и двухступенчатые.

В одноступенчатых охладителях применяется только один хладагент (чаще всего вода, ледяная вода, рассол), а в двухступенчатых – на первой ступени продукт охлаждается за счёт воды, на второй за счёт рассола или аммиака.

Эффективность работы оросительных охладителей в значительной степени предопределяется гидравлическими закономерностями движения охлаждаемой и охлаждающей жидкостей. Охлаждающая жидкость движется по трубкам и с увеличением скорости эффект теплообмена между ней и трубками возрастает. Режим движения охлаждающей жидкости должен быть турбулентным. Охлаждаемая жидкость стекает тонким слоем и во избежание разбрызгивания её, допустим только ламинарный режим течения.

Основные расчёты:

Режим течения охлаждаемой и охлаждающей жидкости определяют по критерию Рейнольдса (Re):

Для круглотрубчатых охладителей:

Для охладителей другого сечения и для плёночного течения жидкости:

$$Re = \frac{9d}{v}, \quad (3.1)$$

где $d_{\text{экв}}$ – эквивалентный диаметр, м

S – смоченный периметр, м

v - кинематическая вязкость жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$

Для трубок фасонного профиля. Когда жидкость течет внутри них, смоченный периметр измеряют непосредственно.

Для этого по контуру трубки накладывают полоски бумаги, затем измеряют длину бумажной полоски, облегающей трубку.

Когда же жидкость стекает тонкой плёнкой, смоченный периметр выражают в виде суммарной ширины орошаемой поверхности охладителя. (Жидкость на оросительных охладителях течёт с двух сторон, поэтому суммарный периметр равен удвоенной длине трубок охладителя).

Скорость движения жидкостей:

$$v = \frac{M}{f_{\text{тр}}} = \frac{4M}{\pi d^2}, \quad (3.2)$$

где $f_{\text{тр}}$ - площадь сечения трубопровода.

При этом площадь сечения потока в фасонных трубках измеряют, а площадь сечения плёнки охлаждаемой жидкости, находят по формуле:

$$Fn = 2b\delta, \quad (3.3)$$

где b – ширина орошаемой поверхности охладителя, м;

δ - толщина плёнки, м

Толщину плёнки определить расчётным путём крайне затруднительно, т.к. имеющиеся формулы не учитывают диаметра или профиля трубок охладителя.

Достаточно точно толщину плёнки можно определить непосредственным замером, применяя для этого электроконтактные измерители или индикаторы.

Охладители работают эффективно, если толщина и распределение плёнки равномерны по всему охладителю, поэтому для обеспечения лучшей смачиваемости поверхность охлаждения должна быть тщательно обезжирена.

Зависимость эффективности работы охладителя от гидравлических факторов предопределяется тем, что коэффициент теплоотдачи от стенки к охлаждающей жидкости λ_2 является функцией критериев Re и Pr

$$\lambda_2 = \frac{0,0214\lambda}{d_{\text{экв}}} Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left(\frac{Pr}{Pr_{\text{ст}}} \right), \quad (3.4)$$

где Pr - критерий Прандтля для средней температуры жидкости;

$Pr_{\text{ст}}$ - критерий Прандтля для температуры пограничного слоя (в приближённых расчётах можно принять $Pr = Pr_{\text{ст}}$);

λ - коэффициент теплопроводности жидкости Вт/м °С

С увеличением критерия Re коэффициент теплоотдачи от стенки к охлаждающей жидкости α_1 возрастает.

Коэффициент теплоотдачи от охлаждаемой жидкости к стенке α_1 , зависит от толщины плёнки:

$$\alpha_1 = \frac{1,9\lambda}{\delta}, \quad (3.5)$$

где λ - коэффициент теплопроводности охлаждаемого продукта, Вт/м °С

Гидравлические сопротивления течению жидкости внутри трубок определяют:

$$N_c = \frac{v^2}{2g} \left(\xi_{\text{тр}} \frac{1}{d} + \sum \xi_{\text{тс}} + 1 \right), \quad (34)$$

Чтобы воспользоваться этой формулой для расчёта охладителей с фасонными трубками, предварительно определяют эквивалентный диаметр трубок $d_{\text{экв}}$ (м)

$$d_{\text{экв}} = \frac{4f}{s}, \quad (3.6)$$

где f – живое сечение потока в трубке, м^2 .

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

$$M = \frac{kF\Delta t_{\text{ср}}}{C_n(t_n - t_k)\rho_n}, \quad (3.7)$$

где $\Delta t_{\text{ср}}$ – средняя разность температур, $^{\circ}\text{C}$;

C_n – удельная теплоёмкость продукта, $\text{Дж}/\text{кг}^{\circ}\text{C}$;

F – поверхность охлаждения, м^2 ;

K – поверхность охлаждения, м^2 ;

t_n – начальная температура продукта, $^{\circ}\text{C}$;

t_k – конечная температура продукта, $^{\circ}\text{C}$;

ρ_n – плотность продукта $\text{кг}/\text{м}^3$.

Без учёта потерь тепловой баланс охладителя имеет вид:

$$M^{C_n}(t_n - t_k)\rho_n = M_0 C_0 (t_{o.k} - t_{o.n})\rho_0, \quad (3.8)$$

где M_0 – расход охлаждающей жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$;

C_0 – удельная теплоёмкость охлаждающей жидкости, $\text{Дж}/\text{кг}^{\circ}\text{C}$;

ρ_0 – плотность охлаждающей жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$t_{o.n}$ – начальная температура охлаждающей жидкости, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{o.k}$ – конечная температура охлаждающей жидкости, $^{\circ}\text{C}$;

Из уравнения можно определить отношение количества охлаждающей жидкости к количеству охлаждаемой:

$$n = \frac{M_0}{M} = \frac{C_n(t_n - t_k)\rho_n}{C_0(t_{o.n} - t_{o.k})\rho_0}, \quad (3.9)$$

Производительность можно регулировать, изменяя уровень жидкости в приёмном желобе. Количество жидкости, которое может поступить из приёмного желоба на охлаждающую поверхность охладителя $M_{\text{п. ж}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) определяют по формуле:

$$M_{\text{п. ж}} = m \frac{\pi d^2}{4} \varphi \sqrt{2gh}, \quad (3.10)$$

где m – количество отверстий в приёмном желобе;

d – диаметр отверстий, м;

φ – коэффициент истечения;

H - высота столба жидкости в приёмном желобе, м.

При правильно установленном режиме работы оросительных охладителей $M = M_{п.ж}$;

Если $M > M_{п.ж}$, охладитель работает с недогрузкой

Если $M < M_{п.ж}$, охладитель работает с перегрузкой, температура охлаждения молока выше требуемой.

Расчётно-практические задания

Задача 1. Определить гидравлические сопротивления при движении охлаждающей воды в кругло-трубчатом плоском оросительном охладителе. Число труб 20, $d = 35$ мм, длина труб 1,5 м. На охладителе в течение часа охлаждаются 1500 л молока. Начальная температура 70°C , конечная 30°C . Начальная температура воды 10°C , конечная 45°C .

Задача 2. Определить коэффициент теплопередачи оросительного охладителя, техническая характеристика которого следующая: поверхность охлаждения $2,53 \text{ м}^2$, диаметр трубок $= 35$ мм; $t_1 = 85^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 13^{\circ}\text{C}$. Производительность 500 л/час.

Задача 3. Установить, сколько должно быть отверстий $d = 2$ мм на приёмном желобе круглотрубчатого оросительного охладителя. Если производительность охладителя 1 л/час, начальная температура воды 1°C , конечная температура охлаждающей воды 37°C , начальная температура молока 85°C , конечная температура молока 25°C , площадь $4,2 \text{ м}^2$, $k = 1744,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$. Уровень молока в приёмном желобе 15 см.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое оборудование применяется для охлаждения молока?
2. Как классифицируются оросительные охладители?
3. По какой формуле определяется гидравлическое сопротивление?
4. Как можно регулировать производительность в оросительном охладителе?

РАБОТА №4 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГОМОГЕНИЗАЦИИ И ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ

Цель работы: установить зависимость эффективности гомогенизации от давления и температуры. Ознакомится с основными расчётами.

Краткие теоретические сведения и основные расчеты

Гомогенизаторы применяют при производстве цельного пастеризованного и стерилизованного молока, стерилизованного сгущенного молока, кисломолочных напитков, при выработке некоторых натуральных и плавленых сыров, а также мороженого.

Эмульгаторы – при производстве продуктов из восстановленного молока и масла.

Гомогенизаторы.

Эффективность, или степень гомогенизации зависит от давления и температуры молока. Её можно установить в результате сравнения дисперсности продукта до и после гомогенизации по среднему диаметру жировых шариков молока: чем меньше средний диаметр жировых шариков, тем выше эффективность гомогенизации.

Для режимов принятых в промышленности ($t = 60-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 13-20\text{ МПа}$), средний диаметр жировых шариков $d_{\text{ср}}$ после гомогенизации (в мкм) определяют по формуле

$$d_{\text{ср}} = \frac{3,8}{\sqrt{p}}, \quad (4.1)$$

где p - давление гомогенизации, МПа.

Эффективность гомогенизации определяют и по так называемым интегральным кривым распределения жировых шариков. В этом случае распределение жировых шариков устанавливают визуально по средствам микроскопа.

Подсчитав 600-1000 жировых шариков и установив их размер строят кривые распределения жировых шариков по размерам при разных давлениях гомогенизации.

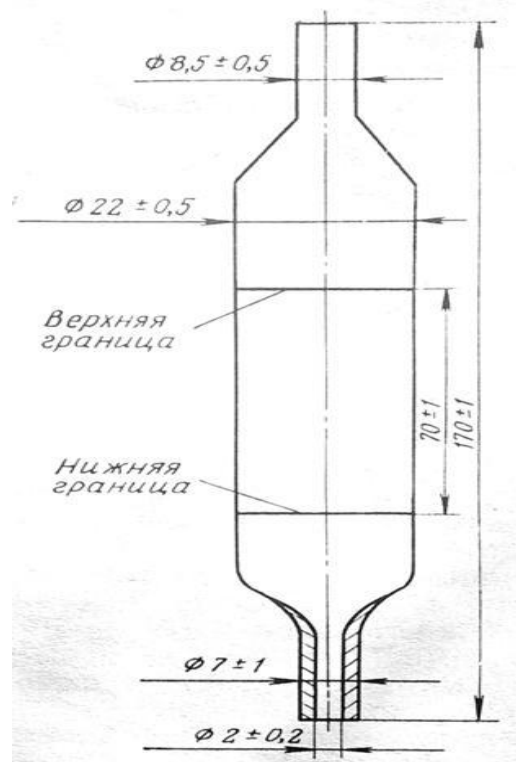


Рисунок 4.1 - Пипетка для определения степени гомогенизации жидких молочных продуктов

Оценка эффективности гомогенизации по интегральным кривым распределения жировых шариков и по среднему диаметру жировых шариков очень трудоёмка. На практике применяют менее точный, но простой метод оценки гомогенизации. Сущность его заключается в сравнении степени отстоя жира в гомогенизированном и исходном молоке.

Специальную пипетку разработанную ВНИМИ, заполняют через нижний капиллярный конец гомогенизированным молоком.

Затем верхний конец её закрывают пальцем, а нижний - резиновой пробкой. Заполненные молоком пипетки вставляют симметрично в патроны приводных обогреваемых центрифуг пробками к периферии и в течении 30 мин проводят центрифугирование при температуре $38-40^{\circ}\text{C}$ и частоте вращения центрифуги 20 1/с. По окончании центрифугирования пипетки ставят вертикально пробкой вниз и сливают молоко до тех пор, пока уровень его не достигнет нижней границы пипетки. В молоке, отобранном из пипетки, определяют содержание жира методом Гербера.

Эффективность или степень гомогенизации $\Gamma_{эф}$ (%) вычисляют по формуле

$$\Gamma_{эф} = \frac{Ж_n}{Ж_{и}}, \quad (4.2)$$

где $Ж_n$ - содержание жира в образце молока, отобранного из пипетки, %

$Ж_{и}$ – содержание жира в исходном молоке, %.

Чем выше P тем больше степень гомогенизации.

С уменьшением давления снижается степень гомогенизации, а с повышением его возрастают энергозатраты.

При прохождении через гомогенизирующую щель вследствие преобразования механической энергии в тепловую молоко или какой либо другой продукт нагревается.

Повышение температуры продукта $\Delta t(^{\circ}C)$ можно определить по формуле

$$\Delta t = \frac{P}{\rho c}, \quad (4.3)$$

где P - давление гомогенизации, Па;

ρ – плотность продукта, кг/м³;

c - удельная теплоёмкость продукта, Дж/ (кг* °C).

Производительность гомогенизатора предопределяется производительностью насоса, который нагнетает молоко в гомогенизирующую головку. Гомогенизаторы оснащены в основном плунжерными насосами, производительность которых M вычисляют по формуле

$$M = 60flnz\eta \quad (4.4)$$

где f - площадь сечения плунжера м²;

l - длина хода плунжера; м

n - число оборотов коленчатого вала насоса в минуту;

z - число плунжеров;

η - объемный к.п.д. насоса ($\eta= 0,8-0,9$).

Эмульсоры. В эмульсорах жир эмульсируется в результате того что смесь жира и молока выбрасывается под действием центробежной силы с большой скоростью через узкие отверстия или щели.

Определяющими показателями работы эмульсоров является давление кольца жидкости (смеси), скорость истечения и производительность эмульсора.

От давления кольца жидкости, находящиеся в эмульсоре, зависит давление, или напор, с которым жидкость выбрасывается через отверстия.

Давление кольца жидкости p (в Па) определяют по формуле

$$p = 2\pi^2 n^2 \rho (R^2 - r^2), \quad (4.5)$$

где n - частота вращения ротора эмульсора, 1/с;

ρ – плотность эмульгируемой жидкости, кг/м³;

R - внешний радиус слоя вращающейся жидкости, или внутренний радиус камеры эмульсора, м;

r - внутренний радиус слоя вращающейся жидкости, м.

Теоретическую скорость истечения жидкости v (в м/с) из отверстий определяют из уравнения

$$v = \varphi \sqrt{2g \frac{2p}{\rho g}} = \varphi \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \quad (4.6)$$

где p - давление, при котором происходит истечения жидкости, Па
 φ - коэффициент истечения ($\varphi= 0,8$).

Результирующая скорость движение жидкости $v_{рез}$ в момент срыва её с кольца представляет собой сумму двух скоростей – скорости истечения и окружной скорости вращения ротора. Вычисляют её следующим образом

$$v_{рез} = \sqrt{v_{окр}^2 + v_{иск}^2} \quad (4.7)$$

где $v_{окр}$ – окружная скорость жидкости на периферии ротора эмульсора, м/с;

$v_{иск}$ - скорость истечения жидкости, м/с.

В свою очередь

$$v_{окр} = \pi D n, \quad (4.8)$$

где D - диаметр ротора эмульсора, м;

n – частота вращения ротора эмульсора, 1/с.

Теоретическую производительность эмульсора (м³/с) можно определить из уравнения расхода

$$M = f_{ист} m, \quad (4.9)$$

где m - количество отверстий на кольце;

f - площадь сечения отверстий, м²;

$v_{ист}$ – скорость истечения жидкости, м/с.

Исходя из формулы (4.9), можно определить необходимое число отверстий m в роторе или кольце эмульсора.

$$m = \frac{4M}{v_{\text{ист}} \pi d_0^2} \quad (4.10)$$

где d_0 - диаметр отверстия, м (обычно $d_0 \sim 0,001$ м).

Изучение работы гомогенизатора.

Устанавливают зависимость эффективности гомогенизации от давления, повышения температуры продукта после прохождения через гомогенизатор и сравнивают теоретическую производительность с действительной.

Действительную производительность гомогенизатора устанавливают, измеряя количество продукта, выходящего из гомогенизатора в единицу времени. Результаты лабораторной работы оформляют в виде таблицы.

Расчетно-практические задания

Задача 1. Определить ожидаемый диаметр жировых шариков после гомогенизации и повышение температуры молока при давлении гомогенизации 18 МПа и температуре 65°C.

Задача 2. Определить степень гомогенизации молока, если в слое молока, отобранного из пипетки, содержалось 3,5% жира, а в исходном – 3,7%.

Задача 3. Определить производительность эмульсора ВНИМИ. Рабочая частота вращения большого кольца составляет 2800 об/мин, диаметр его 255 мм, толщина слоя жидкости 5мм, на кольце имеется 25 отверстий, диаметром 1мм.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое процесс гомогенизации?
2. Для какой цели применяют гомогенизаторы в молочной промышленности?
3. От чего зависит эффективность гомогенизации?
4. Как определяют степень гомогенизации?
5. Где применяются эмульгаторы?
6. Как рассчитать теоретическую производительность эмульсора?

РАБОТА №5 СЕПАРАТОРЫ И ЦЕНТРИФУГИ

Цель работы: Изучить процесс разделения жидкостей, сделать основные расчеты.

Материалы: схемы сепараторов, основные расчеты.

Краткая характеристика и основные расчеты

Применяемые в молочной промышленности сепараторы разделяют следующим образом:

- сливоотделители (концентраторы);
- очистители (кларификаторы);
- нормализаторы (стандартизаторы);
- гомогенизаторы (кларификсаторы);
- бактофуги — для механической пастеризации молока;
- сепараторы — для выделения белкового сгустка.

В молочной промышленности наиболее широкое применение получили сливоотделители, очистители и нормализаторы.

По виду барабана различают открытые, полузакрытые (полугерметические) и закрытые (герметические) сепараторы.

По способу выгрузки осадка сепараторы подразделяют на сепараторы с ручной и центробежной выгрузкой осадка. Сепараторы с центробежной выгрузкой осадка названы саморазгружающимися. В свою очередь, саморазгружающиеся сепараторы разделяют на сепараторы с непрерывной (Сепараторы с непрерывной выгрузкой осадка часто называют сопловыми) и с пульсирующей выгрузкой осадка. К саморазгружающимся сепараторам с непрерывной выгрузкой осадка относятся бактофуги и сепараторы для выделения белкового сгустка, а к саморазгружающимся сепараторам с пульсирующей выгрузкой осадка — сливоотделители и молокоочистители.

Сепарирование, или разделение жидкостей, осуществляется под действием центробежной силы, возникающей в результате вращения барабана сепаратора. Скорость перемещения частиц $V_{ст}$ (в м/с) в процессе сепарирования подчиняется закону Стокса, который можно выразить следующим образом

$$v_{ст} = \frac{2}{9} \pi^2 n^2 R d^2 \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \quad (5.1)$$

где n - частота вращения барабана сепаратора, 1/с;

R- текущий радиус, на котором находится рассматриваемый жировой шарик, м;

d- диаметр жирового шарика, м;

ρ_1 - плотность плазмы молока, кг/м³;

ρ_2 - плотность жирового шарика, кг/м³;

μ - вязкость плазмы молока, Па · с.

Скорость всплывания жировых шариков необходимо сопоставить со скоростью движения жидкости в межтарелочном пространстве. Среднюю скорость потока $V_{п}$ (в м/с) в межтарелочном пространстве определяют по формуле

$$U_{п} = \frac{M}{2\pi R_T h z} \quad (5.2)$$

где M - производительность сепаратора, м³/с;

R_T - радиус сечения тарелки, на котором определяют скорость потока, м;

h - расстояние между тарелками по нормали, м;

z- число тарелок.

Движение жировых шариков в межтарелочном пространстве состоит из двух стадий: на первой — жировые шарики проникают через толщу плазмы, а на второй — продвигаются по верхней поверхности тарелок к центру барабана.

В соответствии с существующими теориями сепарирования производительность сепаратора определяют для первой и второй стадий движения.

Для первой стадии движения производительность M определяют по формулам:

$$M = \frac{4,598\beta z n^2 (\rho_1 - \rho_2) (R_0^3 - R_M^3) d_1^2 \text{tg}\alpha}{10^6 \mu} \quad (5.3)$$

или

$$M = 4,8\beta n^2 z \text{tg}\alpha (R_0^3 - R_M^3) d_1^2 \quad (5.4)$$

где β — коэффициент полезно действия ($\beta = 0,5 - 0,7$);

n-частота вращения барабана, 1/с;

α -угол наклона образующей тарелки ($\alpha = 45 - 46^\circ$);

R_0 -максимальный радиус конической части тарелок;

R_M - радиус тарелок до центра молочных отверстий;

d_1 -диаметр расчетного жирового шарика;

ρ_1 - плотность плазмы молока;

ρ_2 - плотность жирового шарика;

μ — вязкость плазмы;

t- температура сепарирования, °C

Экспериментально установлена зависимость:

$$t = \frac{\rho_1 - \rho_2}{0,29\mu} \quad (5.5)$$

Для второй стадии движения жировых шариков производительность сепаратора M (в м³/с) определяют по формуле автора

$$M = 5,55n^2 d^2 R_6^2 h^2 z \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{10^6 \mu} \cos \alpha \quad (5.6)$$

В формуле (5.3) производительность выражена в м³/с, в формуле (5.4) — в л/ч.

В связи с этим в формуле (5.3) R_б, R_м, d₁ даны в м, а в формуле (5.4) — в см; ρ₁ и ρ₂ — соответственно в кг/м³ и в г/см³; μ — в Па*с и в г/см*с. В формуле (5.6) ρ выражено в г/см³, μ — в г/см*с.

По формулам (можно определить расчетные предельные диаметры жировых шариков. Для первой стадии движения под расчетным предельным диаметром жирового шарика следует понимать минимальный размер жирового шарика, который при поступлении молока в межтарелочное пространство находится в наихудших условиях и, несмотря на это, может достигнуть наружной поверхности нижележащей тарелки.

Для первой стадии движения расчетный предельный диаметр жирового шарика d₁ (в м) определяют по формуле

$$d_1 = \sqrt{\frac{M\mu \cdot 10^6}{4,598\beta z n^2 (\rho_1 - \rho_2) (R_6^3 - R_M^3) d_{1tg\alpha}^2}} \quad (5.7)$$

Для второй стадии движения под расчетным предельным диаметром жирового шарика понимают размер такого шарика, который при данных условиях сепарирования может совершать движение по поверхности тарелки.

Для второй стадии движения расчетный предельный диаметр жирового шарика d₂ (в м) определяют следующим образом:

$$d_2 = \sqrt{\frac{M\mu \cdot 10^6}{5,55n^2 d^2 R_6^2 h^2 z \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{10^6 \mu} \cos \alpha}} \quad (5.7)$$

Исходя из равенства d₁=d₂, определяют оптимальное расстояние между тарелками сепаратора h_{опт} (в м)

$$h_{опт} = \sqrt[4]{\frac{0,1493 \cdot 10^6 \beta \mu M (R_6^3 - R_M^3) \sin \alpha}{n^2 R_6^2 z (\rho_1 - \rho_2) \cos^3 \alpha}} \quad (5.8)$$

Для характеристики работы сепаратора, особенно с целью сравнения их по разделяющей способности, пользуются так называемым разделяющим фактором F:

$$F = \frac{z(R_6^3 - R_M^3)\pi H\omega^2}{4,6Mlg \frac{R_6}{R_M}} \quad (5.9)$$

где H — высота тарелки, м;

ω — угловая скорость вращения барабана, рад/с.

Для сравнительной оценки сепараторов автором предложен следующий критериальный комплекс:

$$S = \frac{v^2v}{gm} \quad (5.10)$$

где v- окружная скорость вращения барабана, м/с;

v- кинематическая вязкость жидкости, м²/с.

m- количество жидкости, протекающей в одном межтарелочном пространстве, м³/с.

Из формул (5.7) — (5.10) можно сделать следующие выводы о качестве обезжиривания молока на сепараторах.

Качество разделения молока определяется размерами жировых шариков, которые переходят в обезжиренное молоко. Чем мельче жировые шарики, оставшиеся в обезжиренном молоке, тем лучше разделение.

Расчетные предельные размеры жировых шариков зависят от рабочих скоростей вращения барабана, расстояния между тарелками, производительности сепаратора, температуры молока, размеров и числа тарелок. С уменьшением производительности уменьшается расчетный предельный диаметр жирового шарика и улучшается обезжиривание молока.

Качество обезжиривания молока в значительной степени повышается при увеличении рабочих скоростей вращения барабана, а также размеров тарелок и числа их. Значительно улучшается сепарирование с повышением температуры, что обусловлено уменьшением вязкости молока.

Для сепаратора каждого типа существуют оптимальные расстояния между тарелками. С увеличением или уменьшением их ухудшается обезжиривание.

Производительность сепаратора взаимосвязана с расчетным предельным размером жирового шарика. При уменьшении или

увеличении последнего соответственно уменьшается или увеличивается производительность сепаратора.

Важным показателем, характеризующим техническое совершенство сепаратора, является равномерность высоты шипиков на всех тарелках. Для определения высоты шипиков их замеряют на каждой тарелке и строят кривую распределения высоты шипиков в пакете тарелок барабана (рис.5. 1).

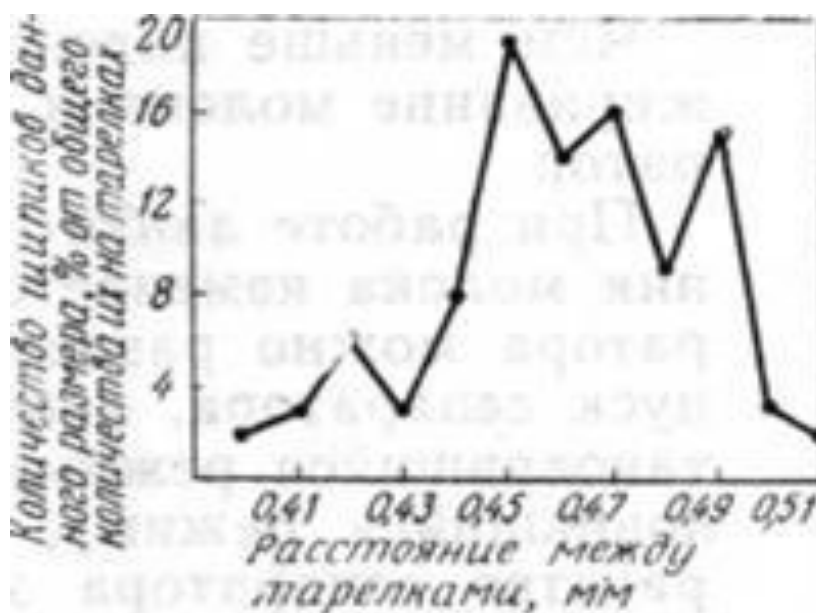


Рисунок 5.1. - График распределения высоты шипиков на тарелках сепаратора СПМФ-2000

Равномерность высоты шипиков в пакете тарелок барабана того или иного сепаратора характеризуется отношением

$$\Pi = \frac{h_{\max}}{h_{\min}} \quad (5.11)$$

где Π - показатель равномерности высоты шипиков;

h_{\max} - максимальная высота шипика, мм;

h_{\min} - минимальная высота шипика, мм.

Чем больше показатель равномерности высоты шипиков, тем менее совершенен барабан сепаратора.

Эффективность работы сепаратора характеризуется содержанием жира в обезжиренном молоке. Однако этот показатель позволяет оценить работу сепаратора односторонне, так как он в значительной мере зависит от размеров жировых шариков в молоке. Если в молоке много мелких жировых шариков, то при прочих равных условиях такое молоко обезжиривается на сепара-

торе хуже, чем молоко, в котором много крупных шариков и мало мелких.

По содержанию жира в обезжиренном молоке можно судить об эффективности работы различных сепараторов при сепарировании молока одной партии и при одинаковых технологических режимах. Для сравнения эффективности работы сепараторов при разделении молока различных партий определяют так называемый индекс сепарирования ИС

$$I_c = \frac{f_0}{f_n} \quad (5.12)$$

где f_0 - содержание жира в обезжиренном молоке, полученном при сепарировании цельного молока;

f_n - содержание жира в обезжиренном молоке, полученном при повторном сепарировании.

Чем меньше индекс сепарирования, тем лучше обезжиривание молока и, следовательно, совершеннее сепаратор.

При работе любого сепаратора качество обезжиривания молока изменяется во времени.

Цикл работы сепаратора можно разделить на три периода: первый — пуск сепаратора, наполнение барабана молоком (неустановившийся режим), второй — рабочий период (установившийся режим), третий период — грязевое пространство сепаратора забивается сепараторной слизью, вследствие чего качество обезжиривания резко ухудшается.

При эксплуатации сепараторов с ручной выгрузкой осадка цикл безостановочной работы его необходимо ограничивать только двумя периодами. В зависимости от качества молока продолжительность первого и второго периодов, т. е. длительность безостановочной работы сепаратора, может быть различной. Чем чище молоко, тем меньше из него выделяется сепараторной слизи, тем продолжительнее может работать сепаратор безостановочно, и наоборот.

Начало третьего периода следует устанавливать в каждом конкретном случае экспериментально. Для этого отбирают пробы обезжиренного молока через каждые 3—5 мин работы сепаратора. О начале третьего периода свидетельствует резкое повышение содержания жира в обезжиренном молоке.

При сепарировании молока часто приходится регулировать содержание жира в сливках. Для этого открытые сепараторы

снабжают регулировочными винтами, устанавливаемыми на выходе сливок или на выходе обезжиренного молока. Известно несколько конструкций регулировочных винтов, но принцип действия их одинаков. Этими винтами можно увеличивать и уменьшать количество продуктов сепарирования. При увеличении количества выходящих сливок жирность их снижается. В случае установки регулировочного винта на выходе обезжиренного молока с увеличением или уменьшением его количества соответственно увеличивается или уменьшается содержание жира в сливках. В полугерметических и герметических сепараторах жирность сливок регулируют специальными кранами, установленными на выходе сливок и обезжиренного молока.

Взаимосвязь между количеством сливок и их жирностью при сепарировании молока характеризуется следующим уравнением

$$МЖ_м = СЖ_с + ОЖ_о \quad (5.13)$$

где М-количество просепарированного молока, кг;

С - количество полученных сливок, кг;

О - количество обезжиренного молока, кг;

ЖС - жирность сливок, %

Жм, Жо - содержание жира в цельном и обезжиренном молоке, %.

В общем виде материальный баланс сепарирования можно выразить следующим уравнением

$$М = С + О + С_л + П_м \quad (5.14)$$

где $С_л$ - количество сепараторной слизи, оставшейся на стенках барабана и между тарелками, кг;

($С_л = 0,02 + 0,15\%$ от массы просепарированного молока);

$П_м$ - потери цельного молока, сливок и обезжиренного молока ($П=0,05+0,1\%$ от массы просепарированного молока).

Потери цельного молока, сливок и обезжиренного молока складываются из потерь молока при подаче его в сепаратор и отводе продуктов сепарирования. К потерям относят также количество сливок и обезжиренного молока, оставшееся в барабане сепаратора. При составлении материального баланса сепарирования количество сепараторной слизи и потери цельного молока, сливок, обезжиренного молока не учитывают.

Потери жира при сепарировании определяют по формуле

$$P_{\text{ж}} = \frac{OЖ_0}{MЖ_M} \quad (5.15)$$

Мощность N (в кВт), потребляемую сепараторами, приближенно можно рассчитать по следующей формуле

$$N = K H_6 n^3 R^4 \quad (5.16)$$

где K - коэффициент ($K=0,016-0,018$);

H_6 -высота барабана, м;

n -частота вращения барабана, 1/с;

R -максимальный наружный радиус барабана, м.

Продолжительность безостановочной, или непрерывной работы сепаратора определяется длительностью установившегося режима сепарирования. В общем виде продолжительность непрерывной работы сепаратора τ (в ч) можно определить по формуле

$$\tau = k_1 \frac{100V}{M(a-k_2)} \quad (5.17)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий полезную емкость грязевого пространства барабана, заполнение которой не нарушается эффективности процесса сепарирования;

k_2 - коэффициент, вводимый при расчете времени непрерывной работы сепаратора при разделении гетерогенной системы на фракции, одна (или несколько) из которых уносит с собой определенное количество взвешенных веществ (для упрощения расчетов в условиях молочной промышленности принимают $k_1 = 1; k_2 = 0$);

V - объем грязевого пространства сепаратора, м³;

M -производительность сепаратора, $\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$;

α - объемная концентрация взвешенных частиц в молоке, которые образуют осадок, % (при сепарировании молока объемная концентрация взвешенных частиц в молоке, образующих осадок, равна количеству сепараторной слизи, выраженному в %).

Продолжительность непрерывной работы саморазгружающихся сепараторов с пульсирующей выгрузкой осадка фактически означает периодичность выгрузки осадка, т.е. продолжительность работы сепаратора между двумя выгрузками осадка.

При выборе параметров периодичности цикла разгрузки сепараторов необходимо учитывать количество механических

примесей в молоке и количество образующейся сепараторной слизи, а также содержание жира в выгружаемом осадке, которое должно быть минимальным.

Производительность сопловых сепараторов M (в ч) можно определить из следующего уравнения материального баланса:

$$M = L + Q_0 \quad (5.18)$$

где L - количество фугата, m^3 ;

Q_0 - количество тяжелой фракции (осадка), выбрасываемой из сопел, m^3 .

Задания

- 1 Классификация сепараторов. Принципы классификации.
- 2 Скорость разделения жидкостей. Сила разделения.
- 3 Производительность сепараторов.
- 4 Расчетный предельный диаметр жирового шарика при первой и второй стадии сепарирования.
- 5 Взаимосвязь между количеством сливок и их жирностью при сепарировании молока, потери жира при сепарировании.
- 6 Индекс сепарирования.
- 7 Продолжительность непрерывной работы сепаратора.

РАБОТА №6 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА, КАЗЕИНА И ТВОРОГА

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия сырной ванны.

Материалы: Схема установки; наглядные пособия и расчеты

Краткие теоретические сведения

Оборудование, применяемое для производства сыра, казеина и творога, можно разделить на следующие основные группы: для сквашивания молока, образования и обработки белкового сгустка (котлы, сырные ванны, сыроизготовители и творогоизготовители); обработки сыра (парафинеры, моечные машины и т. п.). для производства творожных изделий (волчки, вальцовки (применяют также при производстве плавленых сыров), месильные машины, охладители); производства плавленых сыров (сырорезки, плавильные аппараты).

В сыроделии для сквашивания молока, образования и обработки белкового сгустка наиболее широко применяют ванны с мешалками и вертикальные сыроизготовители периодического действия. Принцип действия ванн и сыроизготовителей периодического действия одинаковый. Отличие заключается лишь в том, что в сырной ванне процесс завершается образованием сырного пласта, а в сыроизготовителях - обработкой зерна, которое вместе с сывороткой удаляется из аппарата в специальное формирующее устройство.

Основные расчеты

При изготовлении сыра и творога необходимо нагревать продукт, при этом расход тепла Q (в Дж) определяют по формуле

$$Q = M * c (t_k - t_n) = k * F * \Delta t_{cp} * Z_{нагр}, \quad (6.1)$$

где M - количество нагреваемого продукта, кг;

c - удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг*°C);

t_n , t_k - соответственно начальная и конечная температура продукта, °C;

k - коэффициент теплопередачи, Вт/(м²*°C);

F - поверхность нагревания, м²;

Δt_{cp} - средняя разность температур, °C;

$Z_{нагр}$ - продолжительность нагрева, °C.

Все величины, входящие в формулу, кроме k , можно установить экспериментально или расчетным путем. Для практических расчетов принимают $k = 300-400$ Вт/(м²*°C).

При нагревании продукта часть тепла теряется. При этом основные потери тепла составляют потери с открытой поверхности жидкости и главным образом вследствие испарения.

Количество тепла, уносимого вместе с водяными парами Q_v (в Дж), составляет

$$Q_v = W * r, \quad (6.2)$$

где W - количество испаренной влаги, кг;

r - скрытые теплота испарения, Дж/кг.

Количество влаги, испаряемой с открытой поверхности, W

$$W = F_u * Z * \frac{P_{ж} - \Phi * P_E}{B} \quad (\text{кг/г}) \quad (6.3)$$

$$W = F_u * Z * \frac{a}{c} (x'' - x), \quad (\text{кг}) \quad (6.4)$$

где F_u - поверхность испарения, м²;

Z - продолжительность нахождения продукта в ванне или котле, с;

v - коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха вдоль поверхности ($v=0,55-0,86$);

$P_{ж}$ - давление паров у поверхности ($P_{ж}$ соответствует давлению насыщенного пара при температуре жидкости, мм. рт. ст.;

Φ - степень насыщенности воздуха (относительная влажность воздуха), %

$P_{в}$ - давление паров в воздухе, окружающем аппарат, мм. рт. ст.;

α - коэффициент теплоотдачи от жидкости к воздуху, Вт/(м²*°С); $\alpha=4-5$; Вт/(м²*°С);

c - удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг*°С);

x'' - количество водяных паров, приходящееся на 1кг сухого воздуха, над поверхностью продукта, кг влаги/кг сухого воздуха;

x - количество водяных паров, приходящееся на 1кг сухого воздуха, в окружающем воздухе в кг влаги/кг сухого воздуха;

B - барометрическое давление, мм. рт. ст.;

Суммарный расход пара D (в кг) для нагревания жидкости в ваннах:

$$D = \frac{MC(t_k - t_n) + Wr}{\eta(i - c_{\text{конд}} * t_{\text{конд}})}, \quad (6.5)$$

где η - коэффициент полезного действия ($\eta=0,8-0,85$);

i - удельное теплосодержание пара, Дж/кг;

$t_{\text{конд}}$ - температура конденсации пара, °С;

$c_{\text{конд}}$ - удельная теплоемкость конденсата, Дж/(кг*°С);

c - удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг*°С);

Сменную производительность оборудования $M_{\text{см}}$ (м³)

$$M_{\text{см}} = \frac{V_p \cdot Z_{\text{см}}}{Z_{\text{ц}}}, \quad (6.6)$$

где V_p - рабочая емкость оборудования, м³;

$Z_{\text{см}}$ - продолжительность смены, ч;

$Z_{\text{ц}}$ - продолжительность цикла, ч;

Продолжительность цикла $Z_{\text{ц}}$ (в ч) определяют по формуле

$$Z_{\text{ц}} = Z_{\text{н}} + Z_{\text{нагр}} + Z_{\text{св}} + Z_{\text{разр}} + Z_{\text{вым}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{выгр}}, \quad (6.7)$$

где $Z_{\text{н}}$, $Z_{\text{нагр}}$, $Z_{\text{св}}$, $Z_{\text{разр}}$, $Z_{\text{вым}}$, $Z_{\text{обр}}$, $Z_{\text{выгр}}$ - соответственно продолжительность наполнения, нагревания, свертывания, разрезки, вымешивания, образования пласта и выгрузки, ч.

Продолжительность различных операций точно рассчитать нельзя, поскольку она, как правило, определяется технологическими факторами.

Продолжительность нагревания продукта можно определить, пользуясь формулой

$$Z_{\text{нагр.}} = \frac{M_c(t_k, t_H)}{k \cdot k \Delta t_{\text{ср}}} \quad (6.8)$$

Продолжительность наполнения емкости молоком Z_H , поступающим в нее из трубопровода, определяют по следующей формуле

$$Z_H = \frac{4V_p}{\pi d^2 \vartheta}, \quad (6.9)$$

где d -диаметр трубопровода, м;

ϑ -скорость движения молока, м/с ($\vartheta=1-1,5$ м/с).

Продолжительность выгрузки сыворотки $Z_{\text{выгр}}$ (в с) вместе с сырным зерном из сыроизготовителя определяют по формуле

$$Z_{\text{выгр}} = \frac{8V_p}{\mu \pi d_b^2 \sqrt{2gH}}, \quad (6.10)$$

где μ - коэффициент истечения ($\mu = 0,7- 0,8$);

d_b - диаметр отверстия для выхода сырного зерна с сывороткой, м;

H - высота уровня жидкости в сыроизготовителе, м;

При кинематических расчетах оборудования для производства сыра определяют скорость и продолжительность движения отдельных элементов мешалок, а также проходимый им путь.

Скорость движения мешалок составляет 0,5-2 м/с. Окружную скорость любой точки мешалки стационарного типа V (в м/с) определяют по формуле

$$v = 2\pi r n, \quad (6.11)$$

где r - расстояние от оси вращения до определенной точки, м;

n - частота вращения мешалки. 1/с.

Окружную скорость любой точки мешалки с планетарным передаточным механизмом v (м/с) определяют по формуле

$$v = 2\pi r_1 n_1 \pm 2\pi r_2 n_2, \quad (6.12)$$

где r_1 - радиус кривошипа центрального вала, м;

n_1 - частота вращения кривошипа центрального вала, 1/с;

r_2 - радиус кривошипа, приводящего в действие ножи или мутовку, м;

n_2 - частота вращения кривошипа, приводящего в действие ножи или мутовку, 1/с.

Скорость движения мешалок с передвижной кареткой v (м/с) можно вычислить по формуле

$$v = 2\pi Rn \pm v_0, \quad (6.13)$$

где v_0 - скорость поступательного движения каретки вдоль ванны, м/с;

R - максимальный радиус мешалки, м;

В свою очередь

$$v_0 = iztn, \quad (6.14)$$

где i - передаточное число верхней горизонтальной цепной передачи;

t - шаг рейки, м;

z - число зубьев на звездочке, перемещающейся по роликовой рейке.

Продолжительность одного двойного хода каретки T (в с) вычисляют по формуле

$$T = \frac{m}{n}, \quad (6.15)$$

где m - частота вращения мешалки за каждый двойной ход каретки.

Путь S (в м), пройденный кареткой за один оборот мешалки, определяют по формуле

$$S = izt \quad (6.16)$$

Важным показателем, характеризующим работу мешалки с передвижной кареткой, является так называемый показатель перемешивания продукта Π :

$$\Pi = \frac{m_M F_M}{F_B}, \quad (6.15)$$

где m_M - число мешалок или мер;

F_M - поверхность, обрабатываемая каждой мешалкой, м²;

F_B - площадь днища сырной ванны, м²;

$$F_M = \pi n (R_H^R R_B^2), \quad (6.16)$$

где R_H - наружный, или максимальный, радиус мешалки, м;

R_B - внутренний, или минимальный, радиус мешалки, м.

Задания

1. Как классифицируется оборудование, применяемое для производства сыра и творога?

2. Устройство сырной ванны, ее назначение, применение?

3. На каком оборудовании происходит формирование сырных головок?

4. Какое оборудование применяется в камерах созревания сыров?

5. Оборудование, предназначенное для ухода за сыром, его устройство?

6. Какими критериями характеризуется работа мешалки сырной ванны?

РАБОТА №7 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА

Цель работы: изучить устройство, принцип действия и правила эксплуатации маслоизготовителя. Сделать основные расчеты.

Материалы: Схема установки; наглядные пособия и расчеты

Краткая характеристика и основные расчеты

К основному оборудованию, применяемому для производства масла, относятся маслообразователи и маслоизготовители периодического и непрерывного действия.

При работе маслоизготовителей периодического действия основными показателями, которые необходимо определять как эмпирическим, так и расчетным путем, являются рабочие скорости «бочки», повышение температуры сливок при сбивании и потребная мощность.

Частоту вращения бочки n (1/с) во время работы устанавливают по формуле

$$n = 0,4/\sqrt{R}, \quad (7.1)$$

где R - радиус маслоизготовителя, м.

Количество масла в маслоизготовителе определяется из уравнения материального баланса

$$СЖс = МЖм + ПЖп, \quad (7.2)$$

где $С$ - количество сливок, кг

$М$ - количество масла, кг

$П$ - количество пахты, кг

$Жс, Жм, Жп$ – соответственно жирность сливок, масла и пахты, %.

Количество сливок, загружаемых в маслоизготовитель, должно составлять 40% полной емкости бочки.

Следовательно, рабочий объем маслоизготовителя V_p (м³) составит:

$$V_p = 0,1 \pi d^2 L, \quad (7.3)$$

где d - внутренний диаметр бочки, м

L - внутренняя длина бочки, м.

Сменную производительность маслоизготовителя по сливкам M (в кг) можно установить по уравнению

$$M = \frac{V Z_{см}}{Z_{ц}} \rho_c, \quad (7.4)$$

где $Z_{см}$ - продолжительность смены, ч;

$Z_{ц}$ - продолжительность цикла, ч;

ρ_c – плотность сливок, кг/м³

Продолжительность цикла складывается из продолжительности наполнения бочки сливками, сбивания, выпуска пахты, обработки зерна и выгрузки масла из маслоизготовителя. При расчетах продолжительность смены $Z_{см}$ следует изменить на время, которое необходимо на подготовку маслоизготовителя к работе и мойку его в конце смены.

В настоящее время нет достаточно точных формул для расчета мощности, потребляемой маслоизготовителями периодического действия, поэтому пользуются упрощенными эмпирическими формулами, по которым можно определить необходимую мощность N (в кВт)

$$N = 0,0055 M_b, \quad (7.5)$$

где M_b - количество сливок, загружаемых в бочку, кг.

Повышение температуры сливок Δt (°C) в маслоизготовителе при их взбивании определяют по формуле

$$\Delta t = \frac{3600 \cdot 10^3 \cdot N \cdot \eta \cdot Z}{M \cdot c}, \quad (7.6)$$

где η - коэффициент, показывающий часть энергии, которая переходит в тепло ($\eta = 0,7 - 0,8$)

Z – продолжительность сбивания сливок, ч

c - удельная теплоемкость сливок, Дж/кг*°C

Зная повышение температуры сливок в процессе сбивания, определяют потребляемую мощность маслоизготовителем N

$$N = \frac{M \cdot c \cdot \Delta t}{3600 \cdot 10^3 \cdot \eta \cdot Z} \quad (7.7)$$

Минимальную частоту вращения била n_{min} (в 1/с), при котором еще происходит сбивание сливок в маслоизготовителе непрерывного действия, определяют по формуле

$$n_{min} = \frac{2,26}{R} \quad (7.8)$$

где R-радиус била, м

Максимальная производительность маслоизготовителя по исходным сливкам M_c (в кг/г) определяется по формуле

$$M_c = 3600 * \frac{V}{\tau} * \rho_c, \quad (7.9)$$

где V – объем сливок, находящихся в сбивальном цилиндре

τ - продолжительность пребывания сливок в сбивальном цилиндре, с

ρ_c – плотность сливок, кг/м³

Объем сливок, находящихся в сбивальном цилиндре,

$$V = 2\pi R * l * \delta, \quad (7.10)$$

где R - радиус цилиндра, м;

l – длина цилиндра, м;

δ – зазор между лопастью била и цилиндром ($\delta = R - r$, здесь r – радиус била, м).

Продолжительность сбивания - величина, определяемая опытным путем, она составляет 2-5 с.

Действительную (фактическую) производительность маслоизготовителя непрерывного действия по количеству исходных сливок M_c (в кг/ч) можно определить также по высоте сливок в приемной воронке и диаметру соплового отверстия

$$M_c = 900 * \pi d^2 * \mu \rho_c * \sqrt{2gH}, \quad (7.11)$$

где μ – коэффициент истечения ($\mu = 0,7-0,85$);

d – диаметр соплового отверстия, м;

H – высота столба жидкости, м.

Производительность маслоизготовителя по маслу определяют из уравнения материального баланса

$$C_{Жс} = M_{Жж} + П_{Жп} \quad (7.12)$$

Производительность маслоизготовителей M_0 (кг/с) определяют по формуле

$$M_0 = \frac{V * \rho}{\tau} = \frac{\pi l (R^2 - R_b^2) * \rho}{\tau}, \quad (7.13)$$

где V – объем сливок, находящихся в маслообразователе, м³;

ρ_c – плотность сливок, кг/м³;

τ – продолжительность нахождения сливок в маслообразователе, с;

l – длина барабана маслообразователя, м;

R - внутренний радиус цилиндра маслообразователя, м;

R_б – радиус барабана, м;

m – число цилиндров.

В маслообразователе процесс преобразования ВЖ сливок обуславливается механическим воздействием с одновременным охлаждением ВЖ сливок водой или рассолом, поступающим в рубашку маслообразователей.

Механическое воздействие на сливки оказывают барабаны с ножами. Скорость охлаждения ВЖ сливок и консистенция готового продукта зависят от t хладагента (вода и рассол). Изменение температуры продукта в маслообразователе показано на рисунке 7.1.

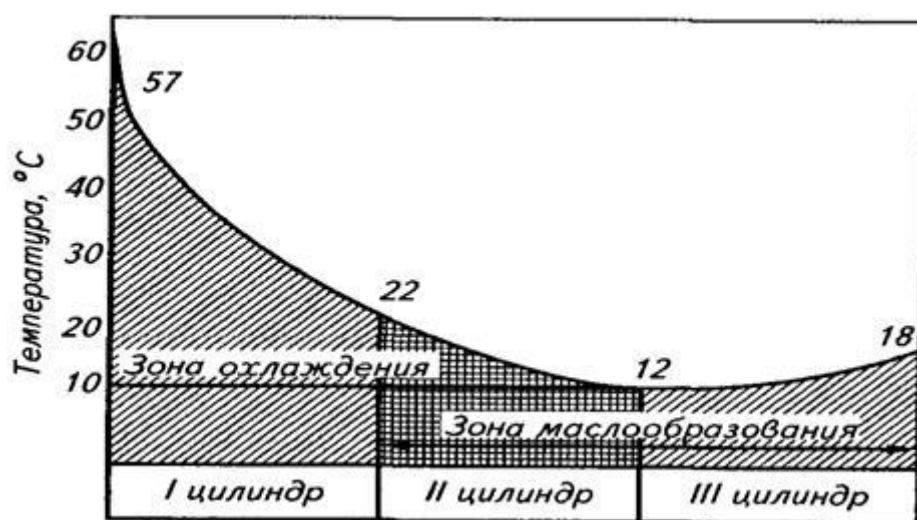


Рисунок 7. 1. - Изменение температуры продукта в маслообразователе

В процессе охлаждения сливок жир кристаллизуется, т.о., расход хладагента зависит от двух факторов – охлаждения и кристаллизации ВЖ сливок в маслообразователе.

Количество хладагента, затрачиваемого на охлаждение ВЖ сливок, можно рассчитать по уравнению теплового баланса:

$$M_0 C_0 (t_H - t_K) \eta = M_x C_x (t_{o. k.} - t_{o. n.}), \quad (7.14)$$

где M_0 – количество охлаждаемого продукта, кг;

C_0 – теплоемкость охлаждаемого продукта, Дж/кг*°C;

t_H и t_K – начальная и конечная температура охлаждаемого продукта, °C;

M_x – количество хладагента, кг;

C_x – теплоемкость хладагента, Дж/ кг*°C;

η – коэффициент, учитывающий потери тепла;

$t_{0.к.}$, $t_{0.н.}$ – начальная и конечная температура хладагента.

Количество хладагента, необходимое для охлаждения продукта, можно определить и по основному уравнению теплопередачи

$$M_x = kF * \Delta t_{cp} * Z, \quad (7.15)$$

$$\frac{X(t_{0.к.} - t_{0.н.})}{\dots}$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/м²*°С;

F – поверхность охлаждения, м²;

Δt_{cp} – средняя разность температур, °С;

Z – продолжительность охлаждения, с.

Для анализа кристаллизации молочного жира пока еще нет надежных формул, по которым можно было бы рассчитать потребное количество хладагента. Коэффициент теплопередачи устанавливают экспериментально. Нет достаточно точных формул и для определения мощности, потребляемой маслоизготовителями непрерывного действия бильного типа и маслоизготовителями.

Расчетно-практические задания

Задача 1. Определить частоту вращения бочки маслоизготовителя, а также полную и рабочую емкость его; потребляемую им мощность и повышение температуры сливок при сбивании; см. производительность маслоизготовителя. Продолжительность смены без учета подготовки маслоизготовителя к работе и продолжительности мойки его 5,5 ч. Продолжительность цикла сбивания сливок 66 мин. Техническая характеристика маслоизготовителя следующая: внутренний $d_{бочки}$ = 1440 мм; длина бочки 2040 мм. Продолжительность сбивания сливок 35 мин.

Задача 2. Определить минимальную частоту вращения била, при которой еще происходит сбивание сливок в маслоизготовителе непрерывного действия; объем сливок, находящихся в цилиндре маслоизготовителя, производительность маслоизготовителя непрерывного действия по сливкам и маслу. Техническая характеристика маслоизготовителя: диаметр сбивального цилиндра 160 мм, длина сбивального цилиндра 395 мм, диаметр била 155 мм, диаметр сеченич отверстия в диафрагме 10 мм, высота столба сливок 50 см.

Задача 3. Определить продолжительность нахождения продукта в маслообразователе, а также расход воды, если ее температура 70 повысилась до 90С, а температура высокожирных сливок изменилась с 65 до 450С. Маслообразователь 2х цилиндрический; диаметр цилиндров 315 мм, длина их 710 мм, диаметр барабана 305 мм. Производительность 300 кг/ч масла.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое оборудование применяется в маслоделии?
2. Оборудование для производства масла методом сбивания?
3. Основное оборудование производства масла методом преобразования сливок?
4. Основные расчеты маслоизготовителя периодического действия?
5. Как рассчитывается необходимое количество хладагента?

РАБОТА №8 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Цель работы: Исследовать работу вакуумной выпарной установки с термокомпрессией.

Материалы: Схема установки; наглядные пособия и расчеты

Краткая характеристика и основные расчеты

Для сгущения молока и молочных продуктов применяют различные вакуум-выпарные установки, которые можно классифицировать следующим образом:

- по принципу действия - непрерывного и периодического действия;
- по использованию вторичного пара- с использованием вторичного пара (с термо - и турбокомпрессорами, и без использования вторичного пара);
- по числу корпусов - однокорпусные и многокорпусные;
- по греющему агенту – с паровым, аммиачным фреоновым обогревом;

- по виду кипения продукта – в толстом и тонком слое (плёночные);

- по форме греющих поверхностей – с трубчатыми и пластинчатыми калоризаторами.

При расчетах вакуум – выпарных установок важное значение имеет материальный баланс, который выражается:

$$M_1 S_1 = (M_1 - W) S_2 = M_2 S_2, \quad (8.1)$$

где M_1 - количество исходного продукта, кг;

M_2 - количество готового продукта, кг;

W - количество испаренной влаги (вторичных паров), кг;

S_1 - содержание сухих веществ в исходном продукте, %;

S_2 - содержание сухих веществ в готовом продукте, %.

Пользуясь уравнением (1), можно определить количество испаренной влаги и содержание сухих веществ в готовом продукте:

$$W = M_1 \frac{(S_2 - S_1)}{S_2} = M_1 - M_2 \quad (8.2)$$

$$S_2 = \frac{M_1 S_1}{M_1 - W} = \frac{M_1}{M_2} S_1 \quad (8.3)$$

Тепловой баланс веществ установки без учета потерь тепла можно выразить:

$$D_2 i_1 + M c t_0 = W i_2 + (M - W) c t_1 + D_r t_{\text{конд}} + S_{\text{конд}} \quad (8.4)$$

где D_2 – количество греющего пара, кг;

i_1 – удельное теплосодержание греющего пара, Дж/кг;

$S_{\text{конд}}$ – удельная теплоемкость конденсата, Дж/кг °С;

M - количество сгущаемого продукта, Дж/кг °С;

c – удельная теплоемкость продукта, Дж/кг °С;

t_0 – начальная температура продукта, °С;

t_1 – конечная температура (t кипения) продукта, °С;

i_2 – удельное теплосодержание вторичного пара, Дж/кг;

$t_{\text{конд}}$ – температура конденсата греющего пара, °С;

Из уравнения (4) легко получить формулу для определения расхода греющего пара D_2 (в кг):

$$D_2 = \frac{W(i_2 - c t_1) - M c (t_0 - t_1)}{(t_1 - c_{\text{коит}} t_{\text{конд}}) * r}, \quad (8.5)$$

где r – коэффициент, учитывающий потери тепла, $r = 0,97 - 0,98$.

Для составления теплового баланса вакуум-выпарной однокорпусной установки термокомпрессией вторичных паров необходимо учитывать коэффициент инжекции I

$$I = \frac{D_r - D_0}{D_0} = \frac{D_B}{D_0} \quad (8.6)$$

где D_0 – количество острого пара, поступающего в инжектор, кг;

D_v – количество вторичного пара, засасываемого в камеру всасывания инжектора, кг.

Расход острого пара D_0 на сгущение продукта в однокорпусной вакуум - выпарной установке с термокомпрессией определяют по формуле

$$D_0 = \frac{W(l_2 - ct_1) - M_c(t_0 - t_1)}{(l_1 - c_{\text{конд}}t_{\text{конд}}) * (1 - I) * \eta} \quad (8.7)$$

Пользуясь уравнением теплового баланса (4) можно определить количество испаренной влаги W (в кг), характеризующее в данном случае эффективность работы установки

$$W = D_v \frac{l_1 - t_{\text{конд}}c_{\text{конд}}}{l_2 - t_1c} + \frac{M_c(t_0 - t_1)}{l_2 - t_1c} \quad (8.8)$$

В формулу (8) входят коэффициенты испарения α_i и самоиспарения β .

$$\alpha_i = \frac{l_1 - t_{\text{конд}}c_{\text{конд}}}{l_2 - t_1c} = \frac{r_r}{r_v} \quad (8.9)$$

$$\beta = \frac{(t_0 - t_1)c}{l_2 - t_1c} = \frac{Q_n}{r_v} \quad (8.10)$$

где r_r – удельная теплота парообразования греющего пара, Дж/кг;

r_v – удельная теплота парообразования вторичного пара, Дж/кг;

Q_n – удельное количество тепла, вносимое с продуктом, поставленное в аппарате, Дж/кг.

Коэффициенты испарения и самоиспарения характеризуют производительность выпарных установок по испаренной влаге. Чем они выше, тем эффективнее работа вакуум - выпарных установок.

Особый интерес представляет коэффициент самоиспарения β , который может быть больше или меньше 0, что зависит от начальной t продукта. В большинстве случаев перед сгущением продукт пастеризуют и нагревают до t выше кипения его в аппарате. Для повышения производительности установки необходимо сгущать продукт, начальная температура которого t_0 выше температуры кипения t_1 . Изменение коэффициента испарения в зависимости от t_0 при постоянном t_1 представлено на рис 8.1.

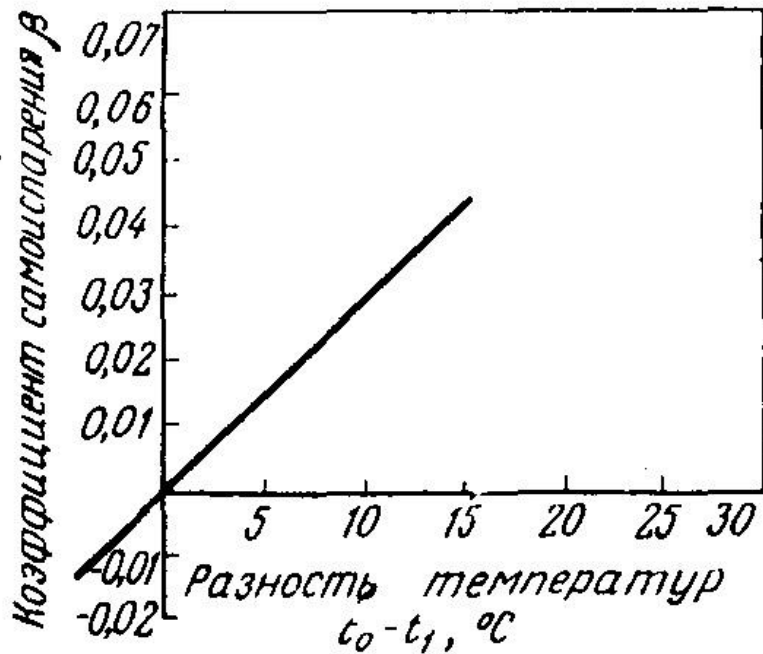


Рисунок 8.1. Зависимость коэффициента самоиспарения от разности начальной температуры продукта и температуры кипения (t_0-t_1)

Количество вторичных паров, образующихся вследствие самоиспарения W_c (в кг), можно рассчитать по формуле:

$$W_c = M c \beta = W \frac{S_2}{S_2 - S_1} \quad (8.11)$$

Приняв коэффициент самоиспарения, равным 0, из уравнения теплового баланса (4) можно получить формулы для определения тепловой нагрузки вакуум - выпарной установки q и интенсивности процесса выпаривания I :

$$q = \frac{D_r (i_1 - c_{\text{коит}} t_{\text{конд}})}{F_z} = \frac{Q}{F_z} \quad (8.12)$$

$$I = \frac{W}{F_z} = \frac{D_r (i_1 - c_{\text{коит}} t_{\text{конд}})}{(i_2 - c t_1) F_z} = \frac{Q}{r_b F_z} \quad (8.13)$$

где q - тепловая нагрузка, представляющая собой отношение количества тепла, затрачиваемого на выпаривание в течение 1ч, к поверхности нагрева, Вт/м²;

F - поверхность нагрева, м²;

Z - продолжительность выпаривания, ч;

I - интенсивность выпаривания, показывающая количество воды, которое испаряется с 1м² поверхности нагрева в течение 1ч, кг.

Интенсивности выпаривания можно выразить и другим уравнением:

$$I = \frac{3600k_{ц}F\Delta t_n}{r_{в}F} = \frac{3600k_{ц}F\Delta t_n}{r_{в}} \quad (7.14)$$

где $k_{ц}$ - усредненный коэффициент теплоотдачи, Вт/м²°С;

Δt_n - полезная разность температур, °С.

Из формулы 7.14 следует, что интенсивность выпаривания предопределяется коэффициентом теплопередачи и полезной разностью температур Δt_n (°С)

$$\Delta t_n = t_n - t_1, \quad (7.15)$$

где t_n - температура греющего пара, °С;

t_1 - температура кипения, °С;

Для вакуум - выпарных установок коэффициент теплопередачи k определяют по формуле

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} \quad (7.16)$$

где α_1 - коэффициент теплоотдачи от пара к стенке, Вт/м²°С;

α_2 - коэффициент теплоотдачи от стенки к жидкости, Вт/м² °С;

δ_1 - толщина стенки трубок, м;

δ_2 - толщина накипи на трубках, м;

λ_1 - коэффициент теплопроводности металла трубок, Вт/м °С;

λ_2 - коэффициент теплопроводности накипи, Вт/м ч.

Однако для условий сгущения молока и других молочных продуктов нет достаточно надёжных расчётных формул, по которым можно определить α_1 и α_2 . Тем не менее практика и многочисленные исследования показывают, что α_1 , α_2 и k зависят от ряда факторов.

Основные из них следующие:

1. Полезная разность температур;
2. Концентрация сгущаемого продукта;
3. Интенсивность циркуляции жидкости;
4. Высота уровня жидкости в трубах калоризатора;
5. Наличие накипи;
6. Наличие воздуха в греющем паре и уровень конденсата в калоризаторе.

Расчетно-практические задания

Задача 1. В вакуум-выпарной установке с конденсатором смешения сгущают цельное молоко. Производительность ее по испаренной влаге 1500 кг/ч. Поверхность нагрева 66,5 м². Температура кипения молока 50° С, греющего пара 65° С, начальная температура продукта 65° С, начальная температура воды 15° С, конечная температура воды 45° С, давление острого пара 8*10⁵ Па. Концентрация сухих веществ в исходном молоке 11%. В течение 1 ч сгущают 2000 кг исходного молока.

Определить количество готового продукта, концентрацию сухих веществ в нем, расход острого и греющего пара, коэффициенты инжекции, испарения и самоиспарения, тепловую нагрузку и интенсивность выпаривания, вычислив при этом усредненный коэффициент теплопередачи, кратность циркуляции и оптимальную высоту уровня жидкости в трубах калоризатора, а также количество охлажденной воды и удельный расход ее.

Задача 2. Определить скорость витания капелек молока диаметром 250 мкм, продолжительность нахождения и скорость движения пара в сепараторе. Сепаратор цилиндрической формы, диаметр и высота его равны соответственно 1,5 и 1,7 м. Производительность вакуум-выпарной установки по испаренной влаге 1500 кг/ч.

Задача 3. Установить количество тепла, отдаваемого продуктом, в вакуум-кристаллизаторах, если начальное количество продукта 1000 кг, а конечное - 950 кг. Температура продукта и вторичного пара: начальная 60° С, конечная 20° С.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой способ консервирования используется в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром?
2. Какое оборудование применяется при непрерывном производстве сгущенного молока с сахаром?
3. Какие типы вакуум-аппаратов используют для выработки сгущенного молока?
4. Что Вы знаете о вакуум-выпарной установке с выносной системой нагрева?
5. Из каких основных частей состоит двухкорпусная вакуум-выпарная установка с пароструйным компрессором?

6. Как устроена трехкорпусная вакуум-выпарная установка непрерывного действия пленочного типа?

7. Какие вспомогательные аппараты входят в состав вакуум-выпарной установки?

8. Какие аппараты применяются для охлаждения сгущенного молока с сахаром и кристаллизации лактозы?

РАБОТА №9 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОЙКИ ТАРЫ И АППАРАТУРЫ

Цель работа: Изучение работы установки, предназначенной для безраборной (циркуляционной) мойки пластинчатых аппаратов.

Материалы: схемы установок для безраборной мойки оборудования. Плакаты.

Краткая характеристика и основные расчеты

Для мойки тары применяют оборудование непрерывного действия, для мойки машин и аппаратов – оборудование периодического и непрерывного действия.

К оборудованию первой группы относятся стерилизаторы для труб, устройства для мойки тарелок, барабанов, сепараторов и т. п., к оборудованию второй группы – установки непрерывного действия для безраборной (циркуляционной) мойки.

Машины и установки для мойки, тары и оборудования различны по конструкции, но процессы мойки, осуществляемые в них, имеют много общих принципиальных основ. Это позволяет обобщить главные факторы, обуславливающие Эффективность мойки: продолжительность мойки, концентрация и состав моющих средств, температура моющих жидкостей, количество моющих жидкостей, интенсивность механического воздействия на объект, подвергаемый мойке.

Моющие жидкости должны быть безопасными для обслуживающего персонала и не оказывать вредного воздействия на материалы, из которых выполнены аппараты и объекты мойки. Остатки моющих жидкостей не должны оказывать вредного воздействия на продукт.

В большинстве случаев к моющим жидкостям добавляют различные дезинфицирующие вещества, необходимые для уничтожения микроорганизмов, особенно патогенных. Эти вещества также должны быть безопасными для обслуживающего персонала и не оказывать вредного воздействия на материалы, из которых сделаны моечные устройства и объекты мойки.

На предприятиях молочной промышленности применяют следующие дезинфицирующие вещества: гипохлорит натрия, гипохлорит калия, хлорамины, четырехзамещенные соединения аммония, хлорфенолы и хлорфеноллы.

Для мойки обычно применяют нагретые моющие жидкости. Температура нагревания их предопределяется факторами, зависящими главным образом от свойств объекта мойки. Так, при мойке металлических объектов возможна более высокая температура, чем при мойке стеклянной тары. Во избежание термического боя при мойке стеклянной тары недопустимы большие перепады температур.

Для мойки фляг применяют туннельные и карусельные флягомоечные машины, для мойки ящиков – ящикомоечные.

Для мойки стеклянной тары применяют цепные моечные машины, реже барабанные, для мойки жестяных банок – моечные машины непрерывного действия преимущественно ротационные.

При расчете туннельных флягомоечных и ящикомоечных машин M (в шт/ч) определяют по формуле:

$$M=3600\frac{v}{a} \quad (9.1)$$

где a – расстояние между флягами или ящиками на транспортере, м;

V - скорость движения транспортера, м/с/

$$V=l/z, \quad (9.2)$$

где l – длина туннеля, в котором происходит мойка, м;

Z - продолжительность воздействия моющих жидкостей и пара.

Количество жидкости (воды) V (м³/ч), необходимой для мойки, определяют по формуле:

$$V=AM/10^3, \quad (9.3)$$

где A - расход воды на единицу крупной тары, $A=5-6$ л на единицу тары.

В зависимости от количества воды принимают расход пара:

$$D=|0,06+0,08| \cdot V \quad (9.4)$$

В молочной промышленности все шире применяют безразборную или так называемую циркуляционную мойку машин и аппаратов. Сущность безразборной мойки заключается в том, что через оборудование, подвергаемое мойке, со скоростью, значительно превышающей рабочую скорость продукта, в определенной последовательности пропускают моющие жидкости.

При расчете установок для безразборной мойки машин и аппаратов по уравнению расхода определяют скорость движения моющих жидкостей по аппарату или рабочему узлу его, подвергаемому мойке

$$M=3600vf, \quad (9.5)$$

где v - скорость движения моющей жидкости по рабочим узлам аппарата, м/с.

f - площадь сечения рабочего узла аппарата, м²

Во время мойки концентрация щелочного раствора вследствие уноса тарой и носителями и разбавления раствора конденсатом острого пара и постепенно уменьшается, поэтому необходимо проверять концентрацию щелочного раствора и добавлять к нему требуемое количество более концентрированного раствора p (в м³), определяемое по формуле:

$$p=(a-b)/(c-d)*V, \quad (9.6)$$

где a – необходимая концентрация щелочного раствора, %

b – концентрация разбавленного в процессе мойки щелочного раствора, %

c - концентрация более концентрированного раствора, %

V – рабочая вместимость ванн, м².

Концентрацию добавляемого раствора определяют по формуле

$$C=V(a-b)/p+b \quad (9.7)$$

Дать монтаж и техническую характеристику установки П-548.

Расчетно - практические задания:

Задача 1. Определить производительность туннельной флягомоечной машины, расход воды и пара. Длина закрытой части моечной машины 3 м, продолжительность воздействия моющей жидкости 2,4 мин. Расстояние между флягами 80 см.

Задача 2. Определить, какое количество раствора каустической соды концентрацией 35 % необходимо добавит в бак

для отмачивания вместо равного количества отработавшего раствора концентрацией 1,3%. Рабочая концентрация должна составлять 2%. Вместимость бака для отмачивания 2500л.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое безразборная мойка?
2. Какой концентрации используются моющие растворы и как можно найти необходимую концентрацию раствора?
3. По какой формуле находится уровень расхода жидкости?
4. По какой формуле находят количество жидкости, необходимой для мойки?

РАБОТА № 10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПАСТЕРИЗОВАННОГО МОЛОКА

Цель работы: изучить устройство технологических линий производства пастеризованного молока.

Краткие теоретические сведения

Устройство и принцип действия линии производства пастеризованного молока (рисунок 10.1).

Вначале оценивается качество молока и производится его приёмка, в процессе которой молоко перекачивается центробежными насосами 1 из автоцистерн. Для определения количества молока на заводах используют устройства для измерения массы - весы и объёма - расходомеры-счётчики 2. Масса принимаемого молока может устанавливаться так же за счёт использования ёмкостей 3 с тензометрическим устройством или путём использования тарированных ёмкостей.

Принятое молоко проходит первичную обработку, в процессе которой оно сначала очищается от механических примесей на фильтрах или сепараторах - молокоочистителях, а затем оно охлаждается до 4...6°C на пластинчатых охладителях 4 и насосами 1 по трубам через уравнивательный бачок 5 направляется в ёмкости хранения 3. Молоко с температурой не выше 10°C допускается принимать без охлаждения. Охлаждённое молоко хранится в ёмкостях 3 и нормализуется.

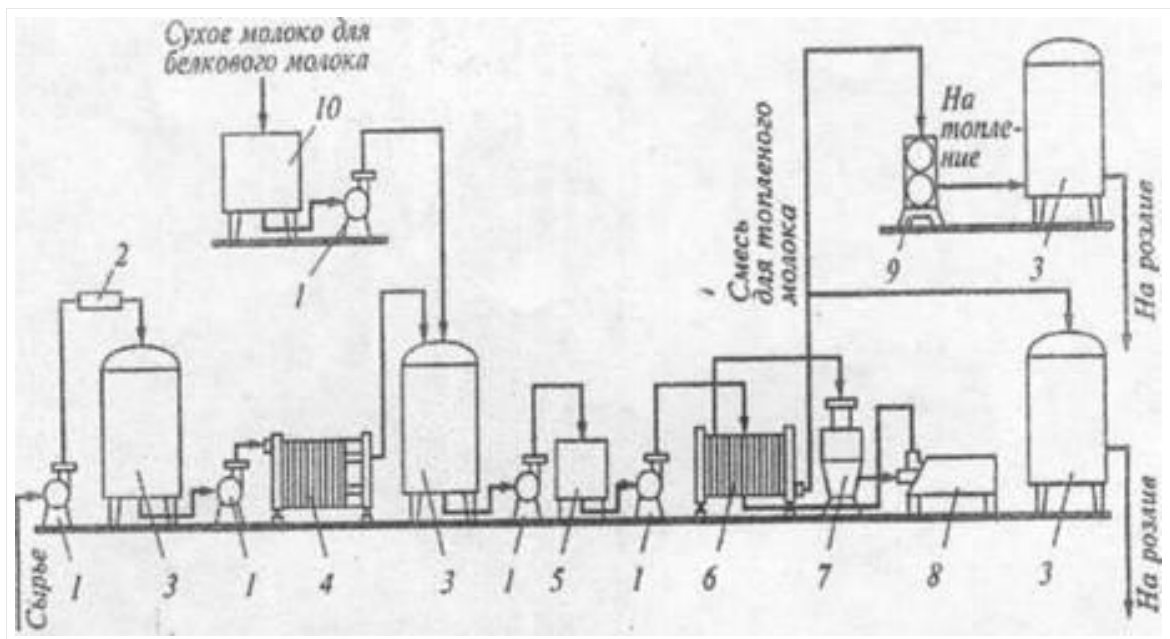


Рисунок 10.1- Устройство и принцип действия линии производства пастеризованного молока

С помощью нормализации доводят до требований стандарта содержание в молоке жира или сухих веществ. В зависимости от жирности исходного сырья и вида вырабатываемого молока для нормализации по содержанию жира используют обезжиренное молоко или сливки, по содержанию сухих веществ - сухое обезжиренное молоко. На практике, как правило, приходится уменьшать жирность исходного молока.

Нормализацию молока проводят двумя способами: в потоке или путём смешивания. Для нормализации в потоке используют сепараторы-нормализаторы, в которых непрерывная нормализация молока совмещается с очисткой его от механических примесей. Перед поступлением в сепаратор-нормализатор молоко предварительно нагревается до 40...45°C в секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки 6.

На предприятиях небольшой мощности молоко обычно нормализуют смешиванием в резервуарах 3. Для этого к определённому количеству цельного молока при тщательном перемешивании добавляют нужное количество обезжиренного молока или сливок, рассчитанное по материальному балансу. При производстве белкового молока используют сухое молоко, которое предварительно растворяют в ёмкости 10.

Для предотвращения отстоя жира и образования в упаковках сливочной пробки при производстве молока топленого, восстановленного и с повышенной массовой долей жира (3,5...6,0 %) нормализованное молоко подогревают до 40...45°C и очищают на центробежных сепараторах-молокоочистителях 7 и обязательно гомогенизируют в гомогенизаторах 8 при температуре 45...63°C и давлении 12,5... 15 МПа. Затем молоко пастеризуют при 76 (\pm 2°C) с выдержкой 15...20 с и охлаждают до 4...6°C с использованием пластинчатых пастеризационно-охладительных установок 6. Эффективность пастеризации в таких установках достигает 99,98 %.

При выработке топленого молока нагрев осуществляют при температуре 95...99°C в трубчатых или пластинчатых пастеризаторах 9. Выдержку при данной температуре или процесс топления молока проводят в закрытых ёмкостях 3 в течение 3...4 ч. После топления молоко охлаждают в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках до температуры 4...6°C.

Затем молоко при температуре 4...6°C поступает в промежуточную емкость 3, из которой направляется на фасование. Перед фасованием выработанный продукт проверяют на соответствие требованиям стандарта.

Пастеризованное молоко выпускают в стеклянных бутылках и бумажных пакетах, мешках из полимерной плёнки, а также во флягах, цистернах с термоизоляцией, контейнерах различной вместимости. Фасование молока в мелкую упаковку проводится на автоматических линиях большой производительности, состоящих из нескольких машин, соединённых между собой конвейерами.

Линии по фасованию молока в бутылки имеют производительность от 2000 до 36000 бутылок в час. Заполнение молоком по уровню осуществляется с помощью фасовочной машины карусельного типа, укупоривание бутылок колпачками производится на укупорочной машине. Затем бутылки автоматически укладываются в ящики.

Используется для фасования пастеризованного молока тара разового потребления - полиэтиленовые мешки, бумажные пакеты. Такая тара значительно легче, компактнее, гигиеничнее, удобнее для потребителя и транспортирования, требует меньших производственных площадей, трудовых и энергетических затрат.

Бумажные пакеты имеют форму тетраэдра (тетра-пакет), снаружи покрыты парафином, внутри - полиэтиленом: формы бруска (брик-пак) с двусторонним покрытием полиэтиленом и применением аппликаторной ленты, что обеспечивает большую прочность швов по сравнению с пакетами тетра-пак.

В пакеты тетра-пак молоко фасуют на машинах, которые из движущейся и стерилизуемой (бактерицидной лампой) бумажной ленты сваривают рукав, заполняемый молоком. Через определённые промежутки времени зажимы с нагревателями пережимают рукав, образуя гирлянду пакетов с молоком, которые разрезают и ставят в корзину.

Для фасования молока во фляги применяют машины, работающие по принципу объёмного дозирования. Цистерны наполняют молоком до специальных меток или с помощью молокосчётчиков.

Тару, в которой выпускают пастеризованное молоко, обязательно пломбируют и маркируют. На алюминиевых капсулах тиснением, на пакетах, этикетках и бирках для фляг и цистерн несмывающейся краской наносят маркировку: наименование предприятия - изготовителя, полное наименование продукта, объём в литрах (на пакетах), число или день конечного срока реализации, номер ГОСТа.

Хранят пастеризованное молоко при температуре 0..,8°C в течение 36 ч с момента окончания, технологического процесса. Фасованное молоко должно иметь температуру выше 7°C и может быть сразу, без дополнительного охлаждения, передано в реализацию или направлено на временное хранение сроком не более 18 ч в холодильные камеры с температурой не выше 8°C и влажностью 85...90 %.

В торговую сеть и предприятия общественного питания пастеризованное молоко доставляют специальным автотранспортом с изотермическими или закрытыми кузовами.

Задания:

Задание 1. Изучите устройство и принцип действия машин входящих в линию производства пастеризованного молока

Задание 2. Изучите машинно-аппаратурную схему производства пастеризованного молока

Задание 3. Перечислите комплект оборудования технологической линии.

Задание 4. Опишите характеристику технологических операций производства пастеризованного молока

Задание 5. Письменно ответить на вопрос: «Цель пастеризации и её влияние на компоненты молока?».

РАБОТА № 11

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Цель работы: ознакомиться с технологическими линиями производства сливочного масла.

Краткие теоретические сведения

Способы производства сливочного масла.

Различают два способа производства сливочного масла: сбивание сливок (традиционный) и преобразование высокожирных сливок.

При выработке сливочного масла способом сбивания концентрирование жировой фазы достигается сепарированием молока и последующим разрушением эмульсии жира при сбивании полученных сливок. Регулирование влаги осуществляется во время обработки масла. Кристаллизация глицеридов молочного жира завершается во время физического созревания до механической обработки масла. При получении сливочного масла способом преобразования высокожирных сливок концентрирование жировой фазы молока осуществляется сепарированием. Нормализация высокожирных сливок по влаге проводится до начала термомеханической обработки. Разрушение эмульсии жира сливок и кристаллизации глицеридов молочного жира происходит главным образом во время термомеханической обработки.

Принятое молоко сепарируют при температуре 35...40°C для получения сливок с желаемой массовой долей жира. Для выработки масла способом сбивания в маслоизготовителях непрерывного действия используют сливки с массовой долей жира 36...50 %. При выработке масла способом сбивания в маслоизготовителях периодического действия и способом преобразования

высокожирных сливок используют сливки средней жирности с массовой долей жира 32...37 %.

При выборе режима тепловой обработки учитывают качество сливок и вид вырабатываемого масла. При выработке вологодского масла используют сливки только первого сорта, а тепловую обработку проводят при температуре 105...110°С, чтобы продукт имел специфический вкус и запах.

Для исправления пороков сливки дезодорируют или заменяют плазму сливок. Дезодорацию сливок обычно совмещают с тепловой обработкой.

Устройство и принцип действия линии представлено на рисунке 11.1.

Принятое молоко с помощью насосов 1 направляется в ёмкость 2, подогревается в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке 3 и сепарируется в сепараторе - сливкоотделителе 4.

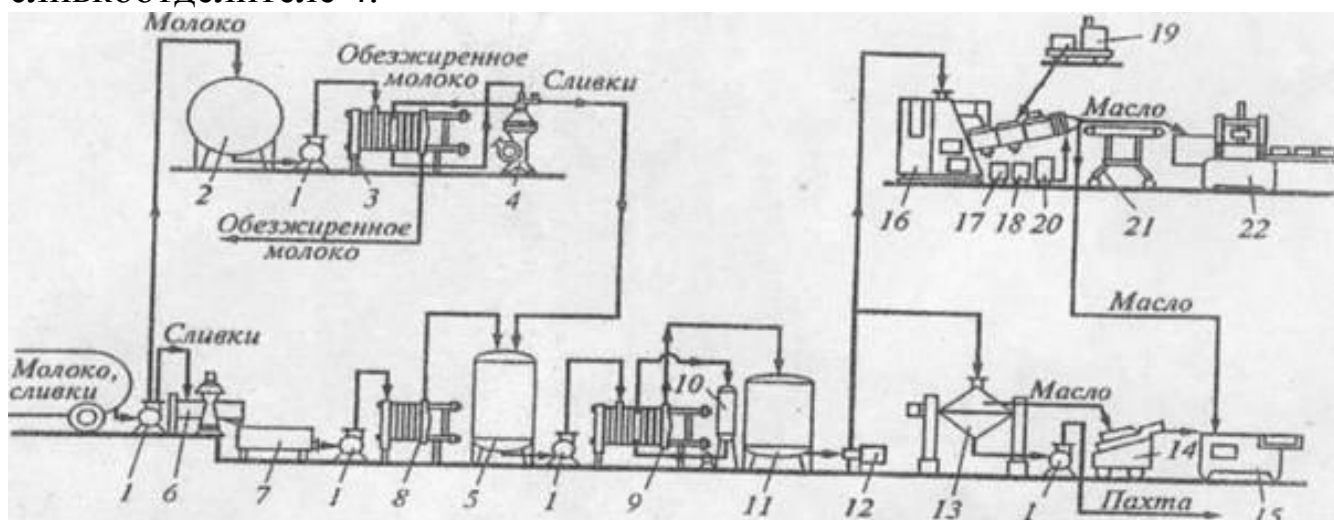


Рисунок 11.1 – Устройство и принцип действия линии производства сливочного масла

Принятые сливки с сепараторных отделений взвешиваются на весах 6 и через приёмную воронку 7 направляются на подогревание в пластинчатый теплообменник 8.

Сливки из сепаратора и сепараторных отделений поступают в ёмкость 5 для промежуточного хранения, откуда их направляют на пластинчатую пастеризационно-охладительную установку 9 для сливок с дозатором 10. После пастеризации, дезодорации и

охлаждения сливки поступают в ёмкость 11, где они выдерживаются для физического созревания.

Обезжиренное молоко после сепарирования направляется на пастеризацию, а затем на переработку или для возврата сдатчикам.

Сливки после физического созревания винтовым насосом 12 направляют либо в маслоизготовитель периодического действия 13, либо в маслоизготовитель непрерывного действия 16, где осуществляется сбивание сливок, промывка масляного зерна, посолка и обработка масла.

Сливки в маслоизготовитель периодического действия 13 подаются под вакуумом или с помощью насосов и сбиваются до получения масляного зерна размером 3... 5 мм. После этого выпускают пахту, промывают масляное зерно и осуществляют посолку масла сухой солью или рассолом.

Затем проводят механическую обработку масла для отделения влаги и образования пласта масла. Для улучшения консистенции и распределения влаги масло обрабатывают в гомогенизаторе-пластификаторе. Готовое масло выгружается в машину 14 для фасовки масла в короба 15.

Основными рабочими органами маслоотделителя непрерывного действия 16 являются сбиватель и маслосборник. Отборник масляного зерна состоит из трёх шнековых камер (первая - для обработки масла и отделения пахты в бачок 17, вторая - для промывки масляного зерна и отделения воды в бачок 18, третья - вакуум-камера для вакуумирования масла), блока посолки с дозирующим устройством 19 и блока механической обработки масла. Содержание влаги в масле регулируется внесением недостающего количества воды дозирующим насосом 20. Готовое масло транспортёром 21 направляется на машину 22 для фасования в пачки.

Задания:

Задание 1. Изучите устройство и принцип действия машины.

Задание 2. Начертите и изучите машинно-аппаратурную схему.

Задание 3. Перечислите способы производства сливочного масла и дайте их характеристику.

Задание 4. Перечислите побочные продукты переработки молока в сливочное масло.

Задание 5. Назовите какой комплекс оборудования является основным в линии производства сливочного масла.

РАБОТА № 12 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА ТРАДИЦИОННЫМ СПОСОБОМ

Цель работы: изучить работу технологических линий по производству творога традиционных способом.

Краткие теоретические сведения

Устройство и принцип действия линии производства творога традиционным способом представлено на рисунке 12.1.

Молоко из ёмкости 1 подаётся сначала в балансировочный бачок 2, а затем насосом 3 в секцию рекуперации пастеризационно-охладительной установки 5, где оно подогревается до температуры 35..,40°С и направляется на сепаратор-очиститель 4.

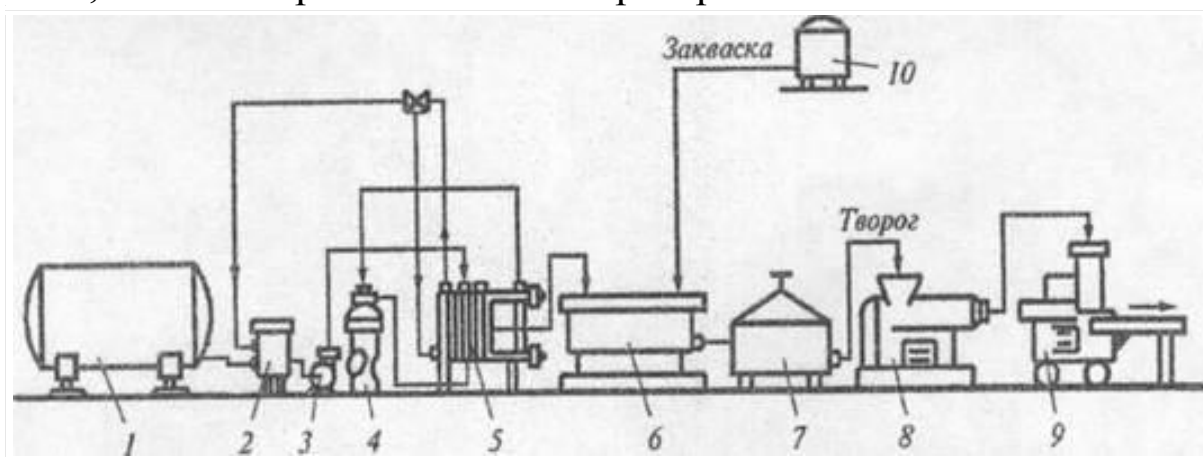


Рисунок 12.1 - Устройство и принцип действия линии производства творога традиционным способом

Нормализованное и очищенное молоко направляют на пастеризацию при 78...80°С с выдержкой 20...30 с. Температура пастеризации влияет на физико-химические свойства сгустка, что, в свою очередь, отражается на качестве и выходе готового продукта. Так, при низких температурах пастеризации сгусток получается недостаточно плотным, так как сывороточные белки практически полностью отходят в сыворотку, и выход творога снижается. С повышением температуры пастеризации увеличивается денатурация сывороточных белков, которые участвуют в образовании сгустка, повышая его прочность и усиливая

влагоудерживающую способность. Это снижает интенсивность отделения сыворотки и увеличивает выход продукта. Путём регулирования режимов пастеризации и обработки сгустка подбором штаммов заквасок можно получать сгустки с нужными реологическими и влагоудерживающими свойствами.

Пастеризованное молоко охлаждают в секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки 5 до температуры сквашивания (в тёплое время года до 28...30°C, в холодное - до 30...32°C) и направляют в специальные ванны 6 на заквашивание. Закваску для производства творога изготавливают на чистых культурах мезофильных молочно-кислых стрептококков и вносят в молоко в количестве от 1 до 5 %. Продолжительность сквашивания после внесения закваски составляет 6... 8 ч.

При ускоренном способе сквашивания в молоко вносят 2,5 % закваски, приготовленной в заквасочнике 10 на культурах мезофильного стрептококка, и 2,5 % термофильного молочно-кислого стрептококка. Температура сквашивания при ускоренном способе повышается в тёплое время года до 35°C, в холодное — до 38°C. Продолжительность сквашивания молока при ускоренном способе 4,0...4,5 ч, т. е. сокращается на 2,0...3,5 ч, при этом выделение сыворотки из сгустка происходит более интенсивно.

Для улучшения качества творога желательно применять беспересадочный способ приготовления закваски на стерилизованном молоке, что позволяет снизить дозу внесения закваски до 0,8... 1,0 % при гарантированной её чистоте.

При сычужно-кислотном способе производства творога после внесения закваски добавляют 40 %-ный раствор хлорида кальция (из расчёта 400 г безводной соли на 1 т молока), приготовленного на кипячёной и охлаждённой до 40...45°C воде. Хлорид кальция восстанавливает способность пастеризованного молока образовывать под действием сычужного фермента плотный, хорошо отделяющий сыворотку сгусток. Немедленно после этого в молоко в виде 1 %-ного раствора вносят сычужный фермент или пепсин из расчёта 1 г на 1 т молока. Сычужный фермент растворяют в кипячёной и охлаждённой до 35°C воде. Раствор пепсина с целью повышения его активности готовят на кислой осветлённой сыворотке за 5...8 ч до использования. Для ускорения обрабатываемости творожных ванн 6 молоко сквашивают до

кислотности 32...35°Т в резервуарах, а затем перекачивают в творожные ванны и вносят хлорид кальция и фермент.

Окончание сквашивания и готовность сгустка определяют по его кислотности (для жирного и полужирного творога должна быть 58...60°Т, для нежирного - 66...70°Т) и визуально - сгусток должен быть плотным, давать ровные гладкие края на изломе с выделением прозрачной зеленоватой сыворотки. Сквашивание при кислотном методе продолжается 6...8 ч, сычужно-кислотном — 4...6 ч, с использованием активной кислотообразующей закваски - 3... 4 ч.

Чтобы ускорить выделение сыворотки, готовый сгусток нарезают специальными проволочными ножами на кубики с размером граней 2 см. При кислотном методе разрезанный сгусток подогревают до 36...38°С для интенсификации выделения сыворотки и выдерживают 15.. .20 мин, после чего её удаляют. При сычужно-кислотном - разрезанный сгусток без подогрева оставляют в покое на 40...60 мин для интенсивного выделения сыворотки.

Для дальнейшего отделения сыворотки сгусток подвергают самопрессованию и прессованию. Для этого его разливают в бязевые или лавсановые мешки по 7.. .9 кг (на 70 % вместимости мешка), их завязывают и помещают несколькими рядами в пресстележку 7. Под воздействием собственной массы из сгустка выделяется сыворотка. Самопрессование происходит в цехе при температуре не выше 16°С и продолжается не менее 1 ч. Окончание самопрессования определяется визуально по поверхности сгустка, которая теряет блеск и становится матовой. Затем творог под давлением прессуют до готовности. В процессе прессования мешочки с творогом несколько раз встряхивают и перекладывают. Во избежание повышения кислотности прессование необходимо проводить в помещениях с температурой воздуха 3... 6°С, а по его окончании немедленно направлять творог на охлаждение до температуры не выше 8°С с использованием охладителей различных конструкций: наиболее совершенным из них является двухцилиндровый охладитель 8.

Готовый продукт фасуют на машинах 9 в мелкую и крупную тару. Творог фасуют в картонные ящики с вкладышами из пергамента, полиэтиленовой плёнки. В мелкую упаковку творог фасуют в виде брусков массой 0,25; 0,5 и 1 кг, завернутых в

пергамент или целлофан, а также в картонные коробочки, пакеты, стаканы из различных полимерных материалов.

Творог хранят до реализации не более 36 ч при температуре не выше 8°C влажности 80...85 %. Если срок хранения будет превышен из-за непрекращающихся ферментативных процессов, в твороге начинают развиваться пороки.

Творогоизготовители с прессующей ванной используют для выработки всех видов творога, при этом трудоёмкий процесс прессования творога в мешочках исключается. Творогоизготовитель состоит из двух двустенных ванн вместимостью 2000 л с краном для спуска сыворотки и люком для выгрузки творога. Над ваннами закреплены прессующие ванны с перфорированными стенками, на которые натягивают фильтрующую ткань. Прессующая ванна при помощи гидравлического привода может подниматься вверх или опускаться вниз почти до дна ванны для сквашивания.

Готовый творог направляется на фасование и затем в холодильную камеру для доохлаждения. С целью резервирования творога в весенний и летний периоды года его замораживают. Качество размороженного творога зависит от метода замораживания. Творог при медленном замораживании приобретает крупитчатую и рассыпчатую консистенцию вследствие замораживания влаги в виде крупных кристаллов льда. При быстром замораживании влага одновременно замерзает в виде мелких кристаллов во всей массе тво-

рога, которые не разрушают его структуру, и после замораживания восстанавливаются первоначальные, свойственные ему консистенция и структура. Наблюдается даже устранение после размораживания нежелательной крупитчатой консистенции вследствие разрушения крупинок творога мелкими кристаллами льда. Замораживают творог в фасованном виде - блоками по 7... 10 кг и брикетами по 0,5 кг при температуре от -25 до -30°C в термоизолированных морозильных камерах непрерывного действия до температуры в центре блока -18°C и -25°C в течение 1,5...3,0 ч. Замороженные блоки укладывают в картонные ящики и хранят при этих же температурах в течение соответственно 8 и 12 месяцев. Размораживание творога проводят при температуре не выше 20°C в течение 12 ч.

Задания:

Задание 1. Изучите устройство и принцип действия линии.

Задание 2. Начертите и изучите машинно-аппаратурную схему.

Задание 3. Назовите операции технологического процесса.

Задание 4. Письменно ответить на вопрос «В чём заключается пищевая ценность творога, как молочного продукта?»

Задание 5. Письменно ответить на вопрос «Какие технологические факторы влияют на оборудование творожного сгустка?»

РАБОТА № 13

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА

Цель работы: ознакомиться с устройством и работой технологических линий по производству сыра.

Краткие теоретические сведения

Устройство и принцип действия линии производства сыра представлено на рисунке 13.1.

Молоко насосом 1 прокачивается через фильтр 2, воздухоочиститель 3 и счётчик 4 в ёмкости для молока 5, охлаждаясь в охлаждающей установке 6. Охлаждённое молоко насосом 7 из ёмкостей для хранения молока 5 направляется на пастеризацию в пастеризационно-охладительную установку 10, на дезодорацию в дезодоратор 9 и на нормализацию в сепаратор 8.

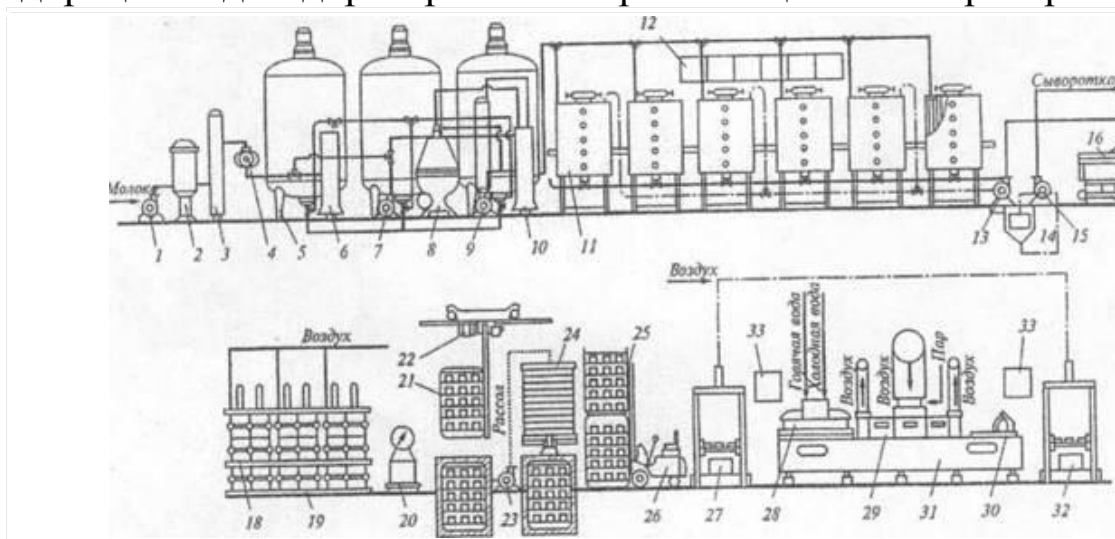


Рисунок 13.1 - Устройство и принцип действия линии производства сыра

Пастеризованное и нормализованное молоко с кислотностью не более 20°Т направляют в аппараты для выработки сырного зерна 11, куда из пульта управления 12 вносят раствор хлорида кальция и бактериальную закваску мезофильных молочно-кислых бактерий в количестве 0,5... 1,0%. Для ускорения свёртывания допускается вносить биопрепарат (гидролизат) в количестве 0,05...0,5%. Свёртывание молока проводят при температуре 30...34°С в течение 25...35 мин. Готовый сгусток разрезают в течение 15...25 мин до размеров зёрен 7...9 мм, во время постановки 30.. .40 % сыворотки удаляют, далее зерно вымешивают после чего доливают ещё 15...20% сыворотки.

Второе нагревание осуществляют в течение 10...20 мин при температуре 38...42°С. Для улучшения консистенции сразу же после второго нагревания проводят частичную посолку сырной массы в зерне, для чего в смесь зерна с сывороткой вносят раствор хлорида натрия из расчёта 200...300 г на 100 кг молока. После второго нагревания сырную массу вымешивают до тех пор, пока зерно не приобретает достаточной упругости.

Вымешивание продолжается 10...15 мин, после чего насосом 13 сырное зерно направляется на передвижной стол 16 и загружается в формовочные аппараты 17. Насосом 15 сыворотка из сборника 14 отводится на переработку.

В формовочном аппарате 17 сырное зерно подпрессовывается в течение 15...25 мин при давлении 1,0...2,0 кПа, затем разрезается на бруски, соответствующие размерам форм. Самопрессование в формах проводят в течение 20... 50 мин. Через 15 мин переворачивают, маркируют, накрывают крышками и снова оставляют до конца самопрессования.

С помощью конвейера 18 сыр загружают в прессы 19 и прессуют в течение 1,5...2,5 ч при постоянно возрастающем давлении от 15 до 50 кПа. При необходимости через 30...60 мин сыр перепрессовывают. Отпрессованный сыр должен иметь рН от 5,5 до 5,8. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования 43...45 %.

После взвешивания на весах 20 сыр подъёмниками 22 направляется в посолочный этажер 21 для посолки в рассоле с концентрацией хлорида натрия 20 % при температуре 8.. .12°С в

течение 2,5...3,5 сут. Рассол насосом 23 циркулирует через охладитель рассола 24.

Вынутые из рассола бруски обсушивают в течение 2...3 сут. при температуре 8... 12°C и относительной влажности воздуха 90...95 %, после чего сыр электропогрузчиком 26 направляют на созревание на передвижные стеллажи 25. Первые 13... 15 сут сыр созревает при температуре 10... 12°C и относительной влажности воздуха 85...90 %, затем до одного месяца при 14...16°C, а в дальнейшем до конца созревания его выдерживают при температуре 12... 14°C и относительной влажности 75...85 %. В комплект оборудования для ухода за сыром в период созревания (27 - 33) входит устройство для разгрузки сыров 27, а также машина для мойки сыра 28, в которой сыры моют при появлении плесени и слизи тёплой водой (30...40°C) не реже чем через 10... 12 сут.

В процессе созревания сыры следует переворачивать каждую неделю, затем через 10... 12 дн, причём их подсушивают в машине для сушки сыров 29. Сыры парафинируют в возрасте от 15 до 20 сут в парафинере 30. В комплект оборудования для ухода за сыром входят также машины для мойки и обсушки полок 31, а также устройство для загрузки сыра на полки 32.

Задания:

Задание 1. Начертите и изучите машинно-аппаратурную схему производства сыра.

Задание 2. Изучите устройство и принцип действия линии.

Задание 3. Перечислите операции технологического процесса.

Задание 4. Перечислите отличительные особенности производства сыра от производства творога.

Задание 5. Опишите технологические факторы влияющие на выработку качественного сыра.

Задание 6. Перечислите машины и аппараты составляют комплекс оборудования для производства сыра?

РАБОТА № 14 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

Цель работы: изучить устройство технологических линий производства пастеризованного молока.

Краткие теоретические сведения

Устройство и принцип действия линии производства пастеризованного молока (рисунок 14.1).

Вначале оценивается качество молока и производится его приёмка, в процессе которой молоко перекачивается центробежными насосами 1 из автоцистерн. Для определения количества молока на заводах используют устройства для измерения массы - весы и объёма - расходомеры-счётчики 2. Масса принимаемого молока может устанавливаться так же за счёт использования ёмкостей 3 с тензометрическим устройством или путём использования тарированных ёмкостей.

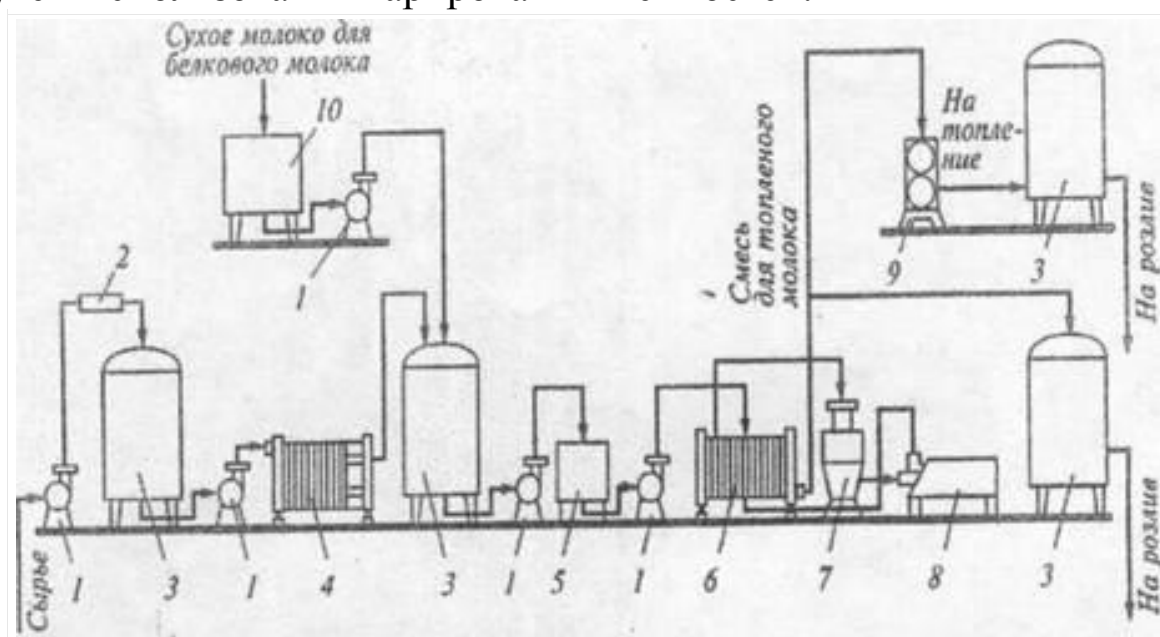


Рисунок 14.1 - Устройство и принцип действия линии производства пастеризованного молока

Принятое молоко проходит первичную обработку, в процессе которой оно сначала очищается от механических примесей на фильтрах или сепараторах - молокоочистителях, а затем оно охлаждается до 4...6°C на пластинчатых охладителях 4 и насосами

1 по трубам через уравнильный бачок 5 направляется в ёмкости хранения 3. Молоко с температурой не выше 10°C допускается принимать без охлаждения. Охлаждённое молоко хранится в ёмкостях 3 и нормализуется.

С помощью нормализации доводят до требований стандарта содержание в молоке жира или сухих веществ. В зависимости от жирности исходного сырья и вида вырабатываемого молока для нормализации по содержанию жира используют обезжиренное молоко или сливки, по содержанию сухих веществ - сухое обезжиренное молоко. На практике, как правило, приходится уменьшать жирность исходного молока.

Нормализацию молока проводят двумя способами: в потоке или путём смешивания. Для нормализации в потоке используют сепараторы-нормализаторы, в которых непрерывная нормализация молока совмещается с очисткой его от механических примесей. Перед поступлением в сепаратор-нормализатор молоко предварительно нагревается до 40...45°C в секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки 6.

На предприятиях небольшой мощности молоко обычно нормализуют смешиванием в резервуарах 3. Для этого к определённому количеству цельного молока при тщательном перемешивании добавляют нужное количество обезжиренного молока или сливок, рассчитанное по материальному балансу. При производстве белкового молока используют сухое молоко, которое предварительно растворяют в ёмкости 10.

Для предотвращения отстоя жира и образования в упаковках сливочной пробки при производстве молока топлёного, восстановленного и с повышенной массовой долей жира (3,5...6,0 %) нормализованное молоко подогревают до 40...45°C и очищают на центробежных сепараторах-молокоочистителях 7 и обязательно гомогенизируют в гомогенизаторах 8 при температуре 45...63°C и давлении 12,5... 15 МПа. Затем молоко пастеризуют при 76 (\pm 2°C) с выдержкой 15...20 с и охлаждают до 4...6°C с использованием пластинчатых пастеризационно-охладительных установок 6. Эффективность пастеризации в таких установках достигает 99,98 %.

При выработке топлёного молока нагрев осуществляют при температуре 95...99°C в трубчатых или пластинчатых пастеризаторах 9. Выдержку при данной температуре или процесс

топления молока проводят в закрытых ёмкостях 3 в течение 3...4 ч. После топления молоко охлаждают в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках до температуры 4...6°C.

Затем молоко при температуре 4...6°C поступает в промежуточную емкость 3, из которой направляется на фасование. Перед фасованием выработанный продукт проверяют на соответствие требованиям стандарта.

Пастеризованное молоко выпускают в стеклянных бутылках и бумажных пакетах, мешках из полимерной плёнки, а также во флягах, цистернах с термоизоляцией, контейнерах различной вместимости. Фасование молока в мелкую упаковку проводится на автоматических линиях большой производительности, состоящих из нескольких машин, соединённых между собой конвейерами.

Линии по фасованию молока в бутылки имеют производительность от 2000 до 36000 бутылок в час. Заполнение молоком по уровню осуществляется с помощью фасовочной машины карусельного типа, укупоривание бутылок колпачками производится на укупорочной машине. Затем бутылки автоматически укладываются в ящики.

Используется для фасования пастеризованного молока тара разового потребления - полиэтиленовые мешки, бумажные пакеты. Такая тара значительно легче, компактнее, гигиеничнее, удобнее для потребителя и транспортирования, требует меньших производственных площадей, трудовых и энергетических затрат.

Бумажные пакеты имеют форму тетраэдра (тетра-пакет), снаружи покрыты парафином, внутри - полиэтиленом: формы бруска (брик-пак) с двусторонним покрытием полиэтиленом и применением аппликаторной ленты, что обеспечивает большую прочность швов по сравнению с пакетами тетра-пак.

В пакеты тетра-пак молоко фасуют на машинах, которые из движущейся и стерилизуемой (бактерицидной лампой) бумажной ленты сваривают рукав, заполняемый молоком. Через определённые промежутки времени зажимы с нагревателями пережимают рукав, образуя гирлянду пакетов с молоком, которые разрезают и ставят в корзину.

Для фасования молока во фляги применяют машины, работающие по принципу объёмного дозирования. Цистерны

наполняют молоком до специальных меток или с помощью молокосчётчиков.

Тару, в которой выпускают пастеризованное молоко, обязательно пломбируют и маркируют. На алюминиевых капсулах тиснением, на пакетах, этикетках и бирках для фляг и цистерн несмываемой краской наносят маркировку: наименование предприятия - изготовителя, полное наименование продукта, объём в литрах (на пакетах), число или день конечного срока реализации, номер ГОСТа.

Хранят пастеризованное молоко при температуре 0..,8°C в течение 36 ч с момента окончания, технологического процесса. Фасованное молоко должно иметь температуру выше 7°C и может быть сразу, без дополнительного охлаждения, передано в реализацию или направлено на временное хранение сроком не более 18 ч в холодильные камеры с температурой не выше 8°C и влажностью 85...90 %.

В торговую сеть и предприятия общественного питания пастеризованное молоко доставляют специальным автотранспортом с изотермическими или закрытыми кузовами.

Задания:

Задание 1. Изучите устройство и принцип действия машин входящих в линию производства пастеризованного молока

Задание 2. Изучите машинно-аппаратурную схему производства пастеризованного молока

Задание 3. Перечислите комплект оборудования технологической линии.

Задание 4. Опишите характеристику технологических операций производства пастеризованного молока

Задание 5. Письменно ответить на вопрос: «Цель пастеризации и её влияние на компоненты молока?».

РАБОТА № 15 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ МОРОЖЕННОГО НА ФРИЗЕРЕ

Цель работы: ознакомиться с технологическими схемами производства мороженого на фризере.

Краткие теоретические сведения

Фризеры периодического действия применяют в основном для получения «мягкого» мороженого, которое реализуют сразу после приготовления.

Фризер ФМ-1 (рисунок 15.1) состоит из корпуса, бака с дозатором, рабочего цилиндра, мешалки, холодильного агрегата и трубопровода.

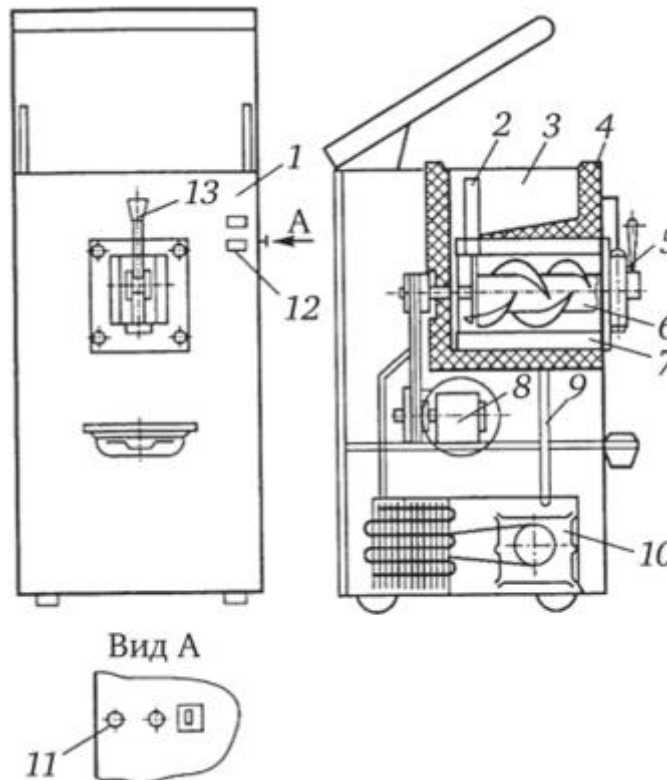


Рисунок 15.1 - Фризер ФМ-1:

1 — корпус; 2 — дозатор; 3 — бак; 4 — теплоизоляция; 5 — отборное устройство; 6 — мешалка; 7 — рабочий цилиндр; 8 — привод мешалки; 9 — трубопровод; 10 — холодильный агрегат; 11 — терморегулятор; 12 — шкала; 13 — рукоятка

Корпус выполнен в виде сварной станины и съемных панелей, сверху закрыт крышкой. Рабочий цилиндр и бак снабжены теплоизоляцией и соединены трубопроводом. Мешалка вращается при помощи клиноременной передачи. Отборное устройство служит для выгрузки готового продукта.

Холодильный агрегат, включающий в себя электродвигатель, компрессор и теплообменник, соединен системой трубопроводов с испарителем, расположенным между стенками рабочего цилиндра.

Для сбора капель мороженого используют съемную ванночку, выполняющую одновременно функцию столика-наполнителя стаканчиков. Для промывания и дезинфекции фризера предусмотрена возможность частичной разборки отборного устройства и извлечения шнека мешалки. Все детали, контактирующие с пищевыми продуктами, выполнены из специальной нержавеющей стали и полимерных материалов.

Фризер работает в двух режимах: приготовление мороженого и промывание. Режим переключают тумблером.

Фризер работает следующим образом. Предварительно приготовленную и процеженную исходную смесь заливают в бак, откуда через дозатор она перетекает в рабочий цилиндр. С помощью дозатора в цилиндр поступает и воздух. В процессе работы холодильного агрегата охлажденная смесь лопастями мешалки снимается с внутренней стенки рабочего цилиндра, интенсивно перемешивается с воздухом и взбивается, при этом объем увеличивается примерно в 2 раза. По достижении заданной температуры (-5...-6°C), которая устанавливается терморегулятором, холодильная система и мешалка отключаются. Поршень отборного устройства перемещается рукояткой вверх и открывает выпускное отверстие. Одновременно посредством штанги замыкается микропереключатель, который через реле времени включает двигатель мешалки, в результате вращения которой порция мороженого подается в стаканчик. По мере отбора готового продукта в рабочий цилиндр поступает новая порция исходной смеси, и рабочий цикл повторяется. При этом приготовление и отбор мороженого могут происходить одновременно.

При переводе рукоятки в верхнее положение поршень движется вниз, перекрывая выпускное отверстие, но благодаря реле времени двигатель мешалки продолжает работать еще некоторое время (5... 180 с). Если в течение этого времени повторно готовый продукт не отбирается, то двигатель мешалки отключается. Реле времени обеспечивает оптимальный режим работы электродвигателя мешалки. При непрерывном отборе мороженого оно может отключаться. Дозатор служит для регулирования подачи исходной смеси в рабочий цилиндр в зависимости от сорта мороженого.

Продолжительность охлаждения смеси обеспечивает оптимальную взбитость мороженого. Если она недостаточна, мороженое получается излишне плотным, водянистым, грубой структуры; при увеличенной взбитости образуются хлопья. И в том и в другом случае вкусовые качества мороженого оказываются ниже нормы. Считается, что для большинства сортов мороженого его взбитость должна составлять 75...95% и при этом ограничиваться трехкратным содержанием сухих веществ в смеси.

В режиме промывания в бак фризера заливают моющий или дезинфицирующий раствор. Включают режим промывки, при котором работает только электродвигатель мешалки. Раствор удаляют через отборное устройство. При частичной разборке отворачивают гайки-барашки и снимают отборное устройство, шнек мешалки и дозатор. Вместимость рабочего цилиндра 12 л. Применяемый хладагент — хладон 12. Производительность фризера ФМ-1 21 кг/ч при мощности двигателей мешалки и холодильного агрегата 3 кВт. Продолжительность взбивания смеси не превышает 10 мин.

По сравнению с фризерами периодического действия подобные аппараты для производства мороженого непрерывным способом имеют определенные преимущества: более высокие производительность и качество получаемого мороженого, меньшие удельные затраты энергии на производство продукции.

Фризер Б6-ОФ2-Ш производительностью 600 кг/ч может быть использован на хладокомбинатах или молочных заводах, имеющих многократные циркуляционные системы охлаждения жидким аммиаком. Он состоит из следующих основных частей: рабочего цилиндра с охлаждающей рубашкой, бака для смеси, мешалки с приводом, двух шестеренных насосов, трубопроводов и электрооборудования.

В цилиндре смесь мороженого взбивается и замораживается. Внутри него расположена мешалка со взбивающим устройством и ножами, которые при вращении мешалки прижимаются к внутренней поверхности цилиндра, снимая намороженный слой смеси. Цилиндр снабжен охлаждающей рубашкой в виде спирали, покрытой слоем теплоизоляции и кожухом.

Привод мешалки выполнен в виде электродвигателя, редуктора и клиноременной передачи; привод шестеренных

насосов, состоящий из электродвигателя и редуктора, обеспечивает разную частоту вращения их валов.

Трубопроводы служат для подвода и отвода аммиака, подачи смеси и насыщения ее воздухом. Они снабжены вспомогательным оборудованием, показывающими и предохранительными приборами.

Технологическая схема приготовления мороженого на фризере Б6-ОФ2-Ш приведена на рисунке 15.2.

Предварительно пропастеризованная, гомогенизированная и охлажденная до 6°С смесь поступает самотеком или при помощи насоса в бак. Поплавковый клапан, находящийся в баке, поддерживает в нем постоянный уровень и предотвращает его переполнение. Смесь перемешивается мешалкой и по трубопроводу поступает последовательно на шестеренные насосы первой и второй ступеней. В трубопроводе между насосами из-за различной частоты вращения валов образуется вакуум.

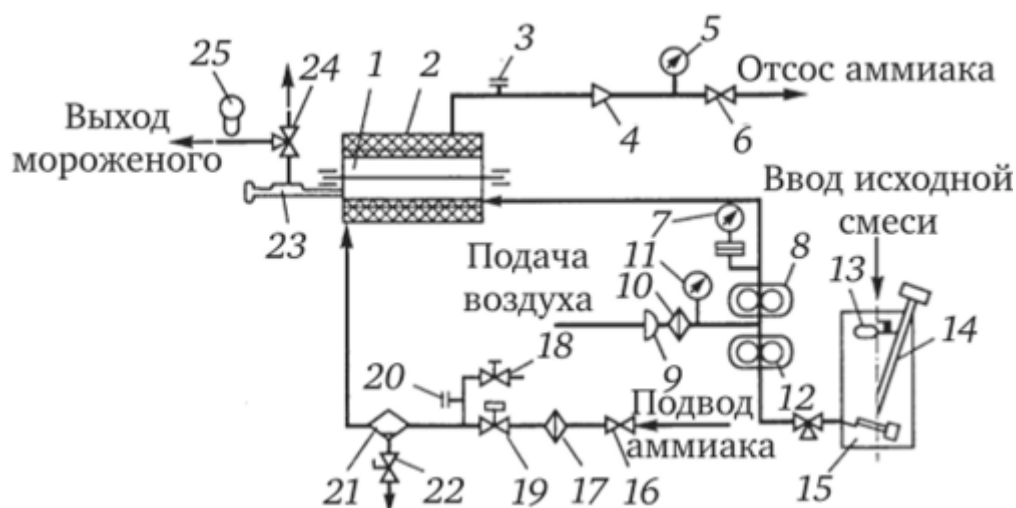


Рисунок 15.2 - Технологическая схема приготовления мороженого фризером Б6-ОФ2-Ш:

1 — цилиндр; 2 — рубашка цилиндра; 3, 20 — патрубки; 4 — предохранительный клапан; 5, 11 — мановакуумметры; 6, 16 — запорные вентили; 7 — манометр;

8, 12 — насосы; 9 — воздушный клапан; 10 — воздушный фильтр; 13 — поплавковый клапан; 14 — мешалка; 15 — бак для смеси; 17 — фильтр; 18, 22 — запорные вентили; 19 — запорный мембранный вентиль с электромагнитным приводом; 21 — маслоотстойник; 23 — клапан противодействия; 24 — трехходовой кран; 25 — термопреобразователь

Через воздушный клапан и фильтр насос второй ступени засасывает воздух и подает насыщенную воздухом смесь в рабочий цилиндр, где она соприкасается с охлаждаемыми аммиаком стенками, замерзает и срезается ножами. Мешалка со взбивающим устройством дополнительно взбивает замороженную смесь и выводит готовый продукт для дальнейшей обработки.

Клапан противодавления создает в цилиндре необходимое давление для обеспечения требуемого качества продукции. С его помощью можно регулировать взбитость готового продукта при постоянной температуре испарения аммиака в рубашке цилиндра. Для измерения давления смеси во фризере смонтирован манометр, степень насыщения смеси воздухом оценивается мановакуумметром. Температуру продукта контролируют на пульте управления при помощи логометра с термопреобразователем.

Жидкий переохлажденный аммиак от напорного коллектора циркуляционной системы, пройдя через ручной запорный вентиль, фильтр и запорный мембранный вентиль с электромагнитным приводом, попадает в рубашку цилиндра. Проходя по спиральным каналам охлаждающей рубашки, жидкий аммиак забирает теплоту из смеси мороженого и выходит по трубопроводу, находящемуся в верхней части цилиндра. На нем установлены предохранительный клапан, мановакуумметр и ручной запорный вентиль. Рабочее давление жидкого аммиака на входе фризера должно составлять 250 кПа; мощность привода 20,37 кВт.

Выходящее из фризера мягкое мороженое температурой $-5...-6^{\circ}\text{C}$ полностью готово к употреблению. Однако даже кратковременное хранение такого мороженого без дальнейшей обработки нежелательно. Обычно технологические схемы обработки закаленного мороженого включают в себя такие операции, как дозирование, фасование, закаливание и хранение.

Для дозирования и фасования можно использовать фризеры периодического действия. Как правило, такое мороженое сразу же реализуют.

При использовании фризеров непрерывного действия все дальнейшие операции проводят на машинах и оборудовании, входящих в поточную технологическую линию производства мороженого, либо в отдельных аппаратах.

Задания:

Задание 1. Перечислить технологические операции подготовки смеси для производства мороженого.

Задание 2. Приведите классификацию фризеров.

Задание 3. Изучите устройство и принцип работы фризера ФМ-1.

Задание 4. Изучите устройство и принцип работы фризера Б6-ОФ2-Ш.

РАБОТА № 16

КОМПЛЕКТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ МАЛОТОННАЖНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА

Цель работы: изучить и провести анализ комплектных технологических линий малотоннажной переработки молока

Краткие теоретические сведения

Федеральным регистром технологий малотоннажной переработки сельскохозяйственной продукции предусмотрены предпочтительные параметрические ряды технологического оборудования, применяемого на предприятиях различной производительности. На этом основании перерабатывающие предприятия разделены (условно) на три группы (А, Б и В). Применительно к переработке молока такое деление представлено следующим образом:

группа А — переработка до 10 т/сут; группа Б — до 5 т/сут; группа В — до 2 т/сут.

Основные направления переработки молока и технические данные заводов малой мощности представлены в таблицах 16.1 и 16.2.

Таблица 16.1 - Характеристика предприятий по малотоннажной переработке молока

Технология	Шифр в Федеральном регистре	Мощность по молоку, т/сут		
		группа А	группа Б	группа В
Производство	П-ТО.10	3,0	1,0*	—

пастеризованного молока				
Приемка, хранение и нормализация молока (участок)	П-ТО.11	10,0	5,0	2,0
Производство кисломолочных напитков	П-ТО.20	2,0	1,0*	—
Производство заквасок (участок)	П-ТО.22	•к-к	**	**
Производство напитков из сыворотки	П-ТО.30	**	**	—
Производство сметаны	П-ТО.40	2,5*	—	2,0*
Получение сливок (участок)	П-ТО.41	2,5*	—	2,0*
Производство творога	П-ТО.50	2,0 ⁴	2,5*	2,0*
Тепловая обработка сыворотки (участок)	П-ТО.51	'k Vc	**	—
Производство масла коровьего	П-ТО.60	2,5*	2,5*	2,0*
Производство мягких сыров (без созревания)	П-ТО.70	2,0*	1,5*	2,0*

* Альтернативное распределение сырья по ассортименту вырабатываемых продуктов (например, для группы Б возможна выработка либо молока пастеризованного, либо кисломолочных напитков).

**Зависит от вида вырабатываемых продуктов.

Таблица 16.2 - Основные технические данные мини-заводов для переработки молока

Показатель	Значение показателей	
Объем перерабатываемого молока, л/сут	300	600
Выпускаемая продукция:		

масло сливочное, кг	12	24
сыр типа адыгейского, кг	15	30
творог, кг	15	30
сыворожка молочная, л	200	400
Расход воды, м ³ /сут	1,8	3,6
Установленная мощность, кВт	40	50
Занимаемая площадь, м ²	80	120

В состав мини-заводов входит оборудование 12 наименований (рисунок 16.1). Все оборудование работает на электричестве, что исключает необходимость строительства котельной.

Более широкий ассортимент выпускаемой продукции обеспечивают перерабатывающие предприятия, относящиеся к группам А и Б. Такие комплектные мини-заводы предназначены для переработки 2... 10 т молока в смену и выработки пастеризованного молока, а также различных молочных продуктов. Основные технические данные и состав комплектных мини-заводов приведены в таблицах 16.3 и 16.4.



Рисунок 16.1 - Технологическая схема мини-заводов малой мощности: 1 — охладитель молока во флягах; 2 — самовсасывающие насосы; 3 — пастеризационные ванны; 4 — сепаратор-сливкоотделитель; 5 — пластинчатый охладитель; 6 —

передвижной с перфорированными формами стол; 7 — холодильный шкаф; 8 — весы для масла; 9 — упаковочный стол; 10 — шкаф-термостат; 11 — маслоизготовитель; 12 — установка для приготовления закваски

Таблица 16.3 - Основные технические данные комплектных мини-заводов для переработки молока

Показатель	ИПКС-0106	ИПКС-0108	ИПКС-0110	ИПКС-0111
Производительность:				
по перерабатываемому молоку, л/сут	До 2000	1700...3400	2700...4400	2000...3000
по готовому продукту:				
молоко пастеризованное, нормализованное (3,2%), л	980..1950	980...1950	980...1950	980...1950
сметана (30%) или сливки, кг	13...25	28...55	100...135	90...102
творог полужирный, кг	—	—	110	110
сыры твердые, кг	—	68...136	136	—
сыры мягкие, кг	—	—	95...190	—
масло сливочное «Крестьянское», кг	—	11...22	14	35...40
Установленная мощность, кВт	59	101,3	133,4	96
Необходимая	42	70	83	69

производственная площадь, не менее, м ²				
Обслуживающий персонал, чел.	3	4	4	3

Таблица 16.4 - Состав комплектных мини-заводов для переработки молока

Оборудование	ИПКС-0106	ИПКС-0108	ИПКС-0110	ИПКС-0111
Ванна (1000 л) ИПКС-053-04, шт.	1	2	1	1
Комплект оборудования для пастеризации с устройством регенерации ИПКС-013(Р)	1	1	1	1
Ванна охлаждения ИПКС-024, шт.	1	1	1	1
Насос центробежный ИПКС- 017, шт.	1	1	1	1
Полуавтомат молокоразливочный ИПКС-036, шт.	1	1	1	1
Компрессор воздушный, шт.*	1	1	1	1
Сепаратор-сливкоотделитель Ж5-ОСБ, шт.	1	1	1	1
Ванна длительной пастеризации (100 л) ИПКС-072-01, шт.	1	1	1	1
Ванна сыродельная ИПКС-022, шт	—	1	1	—
Маслоизготовитель ИПКС-030, шт.	—	1	1	—
Форма для сыра, шт.	—	24	24	—
Пресс (для сыра) ИПКС-058, шт.	—	12	—	—
Парафинер ИПКС-073-03, шт.	—	1	—	—

Стеллаж сырный ИП КС-069 (с полками), шт.*	—	12...24	—	—
Ванна (творожная) ИП КС-021, шт.	—	—	1	1
Пресс-тележка ИПКС-025, шт.	—	—	1	1
Камера холодильная (4 м ³) ИПКС-033-01, шт.	—	1	1	1
Автоматическая линия АльтА-Компакт, шт.	1	1	1	1

* Комплектуется по отдельному заказу.

На рисунке 16.2 показана схема технологического процесса одного из таких мини-заводов.

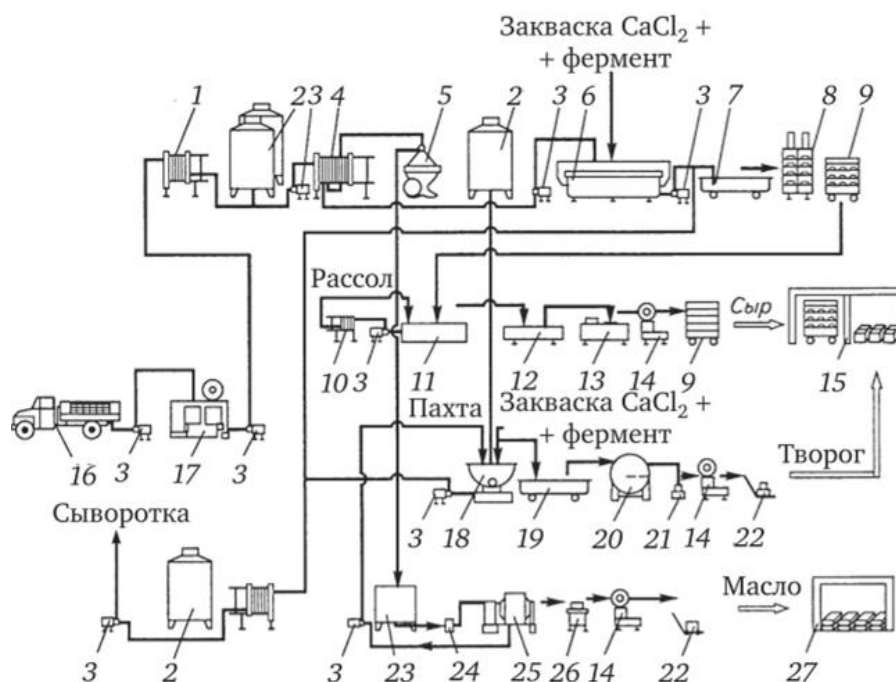


Рисунок 16.2 - Технологическая схема комплектных мини-заводов:

1 — пластинчатый охладитель для молока; 2 — молокоприемные резервуары; 3 — центробежные насосы; 4 — пастеризационно-охладительная установка; 5 — сепаратор-сливкоотделитель; 6 — ванна сыродельная; 7 — ванна формовочная; 8 — пресс для сыра; 9 — стеллажи для сыра; 10 — пластинчатый охладитель для рассола; 11 — бассейн для посолки сыра; 12 — ванна для мойки сыра; 13 — парафинер; 14 — товарные весы; 15 — камера для созревания и хранения сыра и творога; 16 — автомолцистерна; 17 — молочные весы; 18 — ванна

творожная; 19 — ванна для самопрессования творога; 20 — установка для охлаждения творога; 21 — фляга; 22 — тележки; 23 — ванна длительной пастеризации; 24 — роторный насос; 25 — маслоизготовитель; 26 — упаковочный стол; 27 — камера хранения масла.

Поступающее на переработку молоко очищают и охлаждают, а затем пастеризуют, сепарируют и нормализуют по содержанию жира. Молочные продукты производят на трех технологических линиях, наиболее сложная из которых — линия по производству твердого сыра (голландского брускового, костромского или пошехонского).

Среди молокоперерабатывающих предприятий средней мощности особое место занимают мини-заводы в блочном исполнении. Технологическое оборудование таких мини-заводов смонтировано в помещениях, выполненных в виде блоков-кузовов, и имеет системы вентиляции, отопления, канализации, горячего водоснабжения, электроснабжения и автоматизации. Размеры блока (3,1 x 6,0 x 3,56 м) позволяют перевозить каждый блок автомобильным или железнодорожным транспортом.

Стены кузовов выполнены самонесущими с внутренним каркасом из прокатных стальных профилей. Наружная обшивка стен изготовлена из стального штампа-настила. Внутренняя обшивка выполнена — в зависимости от назначения: в производственных помещениях — листами из нержавеющей стали, в бытовом — фанерой с облицовкой полимерным материалом, в остальных — листами из углеродистой стали.

Полы в производственных помещениях покрыты керамической плиткой и линолеумом, в остальных — рифленой листовой сталью.

В технологическом плане мини-заводы блочного типа состоят из нескольких модулей высокой заводской готовности, которые монтируют на специально подготовленной площадке.

Основной модуль перерабатывающего завода — молокоприемный пункт площадью 159 м², состоящий из двух блоков-кузовов производственной части; двух резервуаров для хранения цельного охлажденного молока и одного для хранения обезжиренного молока; холодильно-компрессорного блока с градирней и двумя баками ледяной воды; блока электрокотельной с установкой безраз — борной мойки оборудования; бытового блока.

Молоко на пункт доставляется трижды в сутки в автомолцистернах. Самовсасывающим насосом оно подается на весы и после взвешивания подогревается до 35°C, очищается и охлаждается. Охлажденное молоко хранится в двух теплоизолированных резервуарах вместимостью по 10 м³ каждый.

Линия частичной переработки молока состоит из пастеризационноохладительной установки, сепаратора-сливкоотделителя и емкостей для обезжиренного молока и сливок.

При переработке молоко из молокоприемной емкости поступает самотеком в приемный бак пастеризационно-охладительной установки, откуда насосом подается в секцию регенерации пластинчатого аппарата; где подогревается до 37...38°C и подается на сепаратор-сливкоотделитель. Сливки собираются в специальную емкость, а обезжиренное молоко поступает последовательно на секции пастеризации, регенерации и охлаждения. Обезжиренное и пропастеризованное молоко хранится в охлажденном виде в резервуаре.

Мойка технологического оборудования и трубопроводов осуществляется при помощи установки для безразборной мойки с ручным управлением.

В зависимости от выпускаемых молочных продуктов молокоприемный пункт (основной модуль) может работать совместно с модулями переработки молока на творог и масло, мягкий сыр, казеин и т.д.

В необходимых случаях к перечисленным модулям можно добавить модули для склада бумаги, фасования питьевого молока, холодильной камеры и др.

Модуль по переработке молока на творог и масло вырабатывает 600 кг творога и 200 кг сливочного масла в смену из сырья, поступающего от молокоприемного пункта. Он состоит из пяти блоков-кузовов, в состав которых входят производственное, заквасочное и моечное отделения; бактериологическая и химическая лаборатории, а также прачечная, вспомогательный бокс бактериологической лаборатории и тамбуры.

В производственном помещении расположены ванна-калье вместимостью 2,5 м³, охладитель творога УПТ, лоток для сыворотки, охладитель сыворотки, маслоизготовитель ЯЗ-ОМЕ-0,13, производственный стол, напольные весы и центробежный насос.

Модуль по переработке молока на мягкий сыр или казеин может быть размещен в помещении, полученном путем перекрытия зоны между молокоприемным пунктом и модулем переработки молока на творог и масло. Сырье (молоко пастеризованное жирностью 2,7...2,9%, бактериальная ацидофильная закваска, хлористый кальций и сычужный фермент), необходимое для производства мягкого сыра, также поступает от молокоприемного пункта.

В этом же модуле можно вырабатывать молочнокислый или сычужный казеин путем коагуляции белков обезжиренного молока под действием молочной кислоты (молочнокислый казеин) или сычужного фермента (сычужный казеин) с последующей обработкой, промывкой, дроблением и сушкой полученного продукта.

Таким образом, блочные мини-заводы позволяют быстро изменять номенклатуру выпускаемой продукции в соответствии с требованиями рынка сбыта. Производительность и вид выпускаемой продукции мини-завода зависят от числа и типа модулей, входящих в его состав. Сборка мини-завода максимально облегчена тем, что модули в процессе монтажа стыкуют и стягивают друг с другом болтовыми соединениями. Ниже приведены основные технические данные одного из мини-заводов блочного типа.

К особенностям мини-завода Г6-МПП-10 относится то, что вместо пара на технологические нужды используется горячая вода (95°C), получаемая в котельном отделении в водогрейных электрических котлах.

Следует отметить, что номенклатура существующих и разрабатываемых проектов мини-заводов по переработке молока не ограничивается описанными выше, а значительно шире. Они отличаются друг от друга производительностью, технологическим оборудованием и технико-экономическими показателями. При этом ассортимент вырабатываемой продукции на большинстве мини-заводов ограничивается не только сырьевыми ресурсами, но и главным образом наличием в данном районе других предприятий молочной промышленности.

Основные технические данные мини-завода средней мощности Г6-МПП-10

Производительность в сутки, кг:

- по перерабатываемому молоку 10 000
- по готовому продукту:
- творог 9%-ной жирности 500
- (мягкий сыр) (360)
- масло 78%-ной жирности 180
- казеин 90
- молоко пастеризованное охлажденное 3,5%-ной жирности 8000
- пахта 0,5%-ной жирности 100
- Расход в сутки:
- воды, м³ 13
- холода, ккал 1600
- Установленная мощность, кВт 300
- Объем сточных вод за сутки, м³ 11
- Занимаемая площадь, м² 415

Задания:

Задание 1. Перечислить группы предприятий по переработке молока предусмотрены Федеральным регистром технологий малотоннажной переработки сельскохозяйственной продукции?

Задание 2. Дать характеристику предприятий по малотоннажной переработке молока

Задание 3. Перечислить виды молочных продуктов вырабатывают на комплектных мини-заводах типа ИПКС дать их характеристику.

Задание 4. Назовите основные технические данные и состав комплектных мини-заводов приведете технологическую схему и ее описание.

Задание 5. В чем заключаются особенности блочных молокоперерабатывающих мини-заводов. Технологическая схема комплектных мини-заводов

Задание 6. Опишите основным модуль в мини-заводе Г6-МПП-10.

Вторая часть

РАБОТА № 16 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

Цель работы: изучить процесс измельчения мясного сырья, устройства и принципа работы современных волчков. Изучение устройства и принципа работы волчка, освоение навыков ведения процесса измельчения мясного сырья.

Краткие теоретические сведения

При производстве мясных полуфабрикатов широко применяются процессы резания, которые существенным образом оказывают влияние на качество сырья и готовой продукции.

В настоящее время процесс измельчения мясного сырья в фарш или шрот осуществляется в основном с помощью медленно вращающихся ножей и неподвижных решеток при непрерывной подаче сырья шнеком. Такие устройства называются волчками.

В волчках режущая кромка ножа расположена по радиусу, и при вращательном движении линейная скорость режущей части ножа изменяется пропорционально радиусу.

Структура фарша в сечении получается неоднородной, хорошо измельченной на периферии и хуже – ближе к оси вращения.

Волчки предназначены для среднего и мелкого измельчения сырья.

Основные части волчка – механизмы подачи, измельчения и привод. Механизм подачи имеет загрузочный бункер, в котором либо смонтирован питатель (принудительная подача), либо его нет (сырье загружается самотеком). По конструкции питатели бывают одно- и двухшнековыми, спиральными, лопастными, пальцевыми, их расположение относительно механизма подачи может быть верхним параллельным или боковым параллельным, перпендикулярным, угловым и соосным (рисунок 16.1).

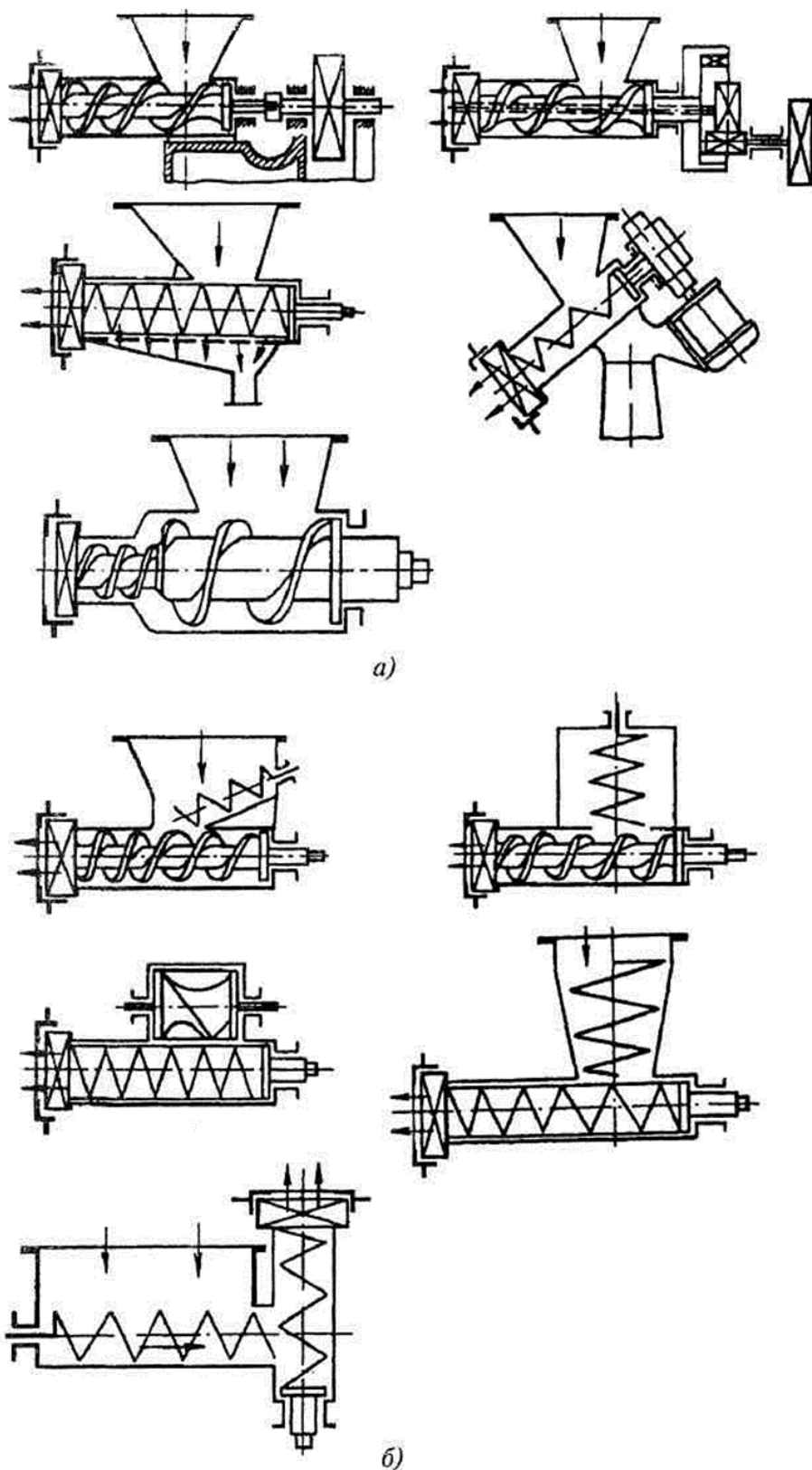


Рисунок 16.1 - Схема волчков с принудительной (а) и без принудительной (б) подачи сырья

Механизм измельчения волчка бывает коническим, цилиндрическим и плоским. Последний получил большее

распространение. Это вызвано не только удобством и быстротой обслуживания, но и возможностью выполнения на нем ступенчатого измельчения, а также простотой изготовления надежностью работы. Он представляет собой последовательное чередование неподвижных решеток и вращающихся ножей.

Наиболее распространённым является механизм измельчения, состоящий из приемной, промежуточной и выходной решеток, двусторонних и односторонних многозубных ножей. Особенность конструкции инструмента и типа решеток – это форма и размеры отверстий, представляющих собой кольцевые режущие кромки. Диаметр отверстий определяет скорость истечения сырья и степень его измельчения. Форма отверстий бывает круглой, квадратной, овальной, фасолевидной, со скосами и без них и т.д. Ножи для волчков применяют в основном трех- и четырехзубые, сплошные и составные, с односторонней и двусторонней заточкой, с прямолинейными и криволинейными режущими кромками. Для жиловки мяса при измельчении используют жиловочные ножи перед выходной решеткой волчка. Они имеют разнесенные по зубьям специальные канавки, по которым при измельчении удаляются из зоны резания пленки и сухожилия. Известны также и другие конструкции жиловочных ножей.

Привод волчка электромеханический. По конструкции он может быть общим и отдельным для подающего и режущего механизмов, одно- и многоскоростным. Применение отдельного привода связано с заданием различных режимов работы подающего и режущего механизмов в зависимости от свойств измельчаемого сырья.

За основную техническую характеристику волчка принимают диаметр решетки. Наибольшее применение для измельчения мягкого мясного сырья нашли волчки с диаметрами решетки 82, 114, 120, 160 и 200 мм.

В настоящее время получили распространение волчки, которые наряду с измельчением выполняют и другие технологические операции – смешивание, жиловку, посол. Для их выполнения в приемном бункере волчка монтируют детали, которые одновременно перемешивают и нагнетают сырье в механизм измельчения.

Устройство и принцип действия измельчающего оборудования

Волчок ЛПК-1000В предназначен для предварительного измельчения всех сортов мяса, отделения в процессе измельчения (при установке жиловочного устройства) при производстве консервных изделий или для окончательного жиросырья при производстве пищевых жиров на предприятиях мясной промышленности (рисунок 16.2).



Рисунок 16.2 - Волчок ЛПК-1000В

Волчок используется для среднего и мелкого измельчения на предприятиях мясной промышленности.

Технические характеристики:

Производительность, кг/ч	1100
Вместимость загрузочной чаши, л, не более	135
Номинальный диаметр выходной решетки, мм	114
Установленная мощность электрооборудования, кВт, не более	9
Габаритные размеры волчка, мм, не более	
длина 1000 ширина 715 высота 1200	
Масса волчка, кг	443

Волчок - мясорубка МИМ-300 и МИМ-600.

Волчок - мясорубка МИМ-300 и МИМ-600 по конструкции одинаковы и предназначены для измельчения мяса на фарш, повторного измельчения котлетной массы. Машины выполнены в двух вариантах: напольный и настольный. Состоят из привода, съёмной мясорубки, чаши и опоры. С целью получения фарша различной степени измельчения машины снабжены набором ножевых решеток с диаметрами отверстий 3,5-9 мм (рисунок 16.3).



Рисунок 16.3 - Мясорубка МИМ -300

Технические характеристики

Мясорубка МИМ-300 МИМ-600

Производительность (не менее)

300 кг/ч 600 кг/ч

Диаметр решеток

82 мм 105 мм

Установленная мощность (не более)

1,5 кВт 2,2 кВт

Частота вращения шнека

250 об/мин 250 об/мин

Габаритные размеры 680мм х370мм х950мм 840мм х450мм х950мм

Масса (не более)

55 кг 85 кг

Устройство и работа мясорубок

Мясорубка МИМ-300 и МИМ-600 состоят из собственно мясорубки 2 и привода (рисунок 16.4).

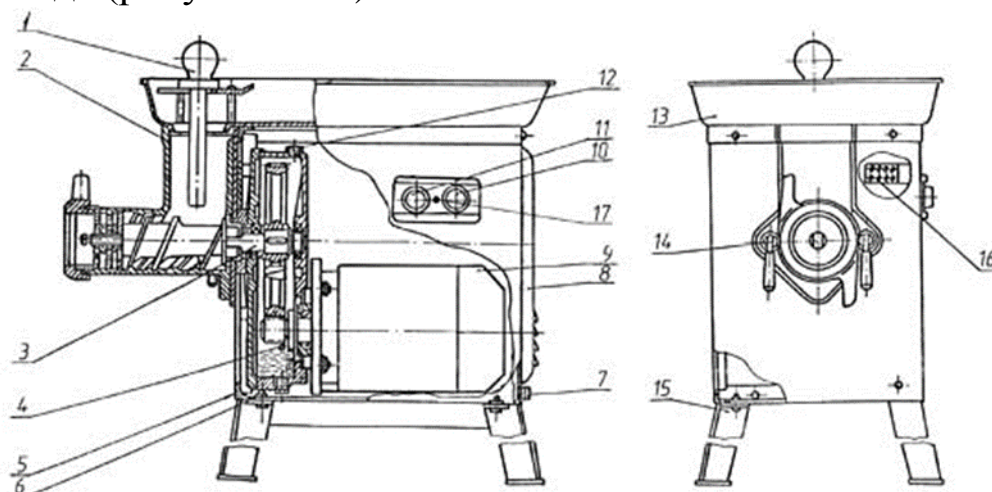


Рисунок 16.4 - Схема мясорубки МИМ-300: 1 – толкач; 2 –

мясорубка; 3 – вал приводной; 4 – отверстие для контроля уровня масла; 5 – облицовка передняя; 6 – пробка сливная; 7 – зажим заземления; 8 – облицовка задняя; 9 – электродвигатель; 10 – кнопка «Пуск»; 11 – кнопка «Стоп»; 12 – пробка; 13 – чаша с предохранителем; 14 -зажим; 15 - опора; 16 – блок зажимов; 17 – индикатор.

Мясорубка в сборе состоит из алюминиевого корпуса, в котором вращается шнек, зажимной гайки, двухсторонних ножей, набора ножевых решеток, кольца упорного и ножа подрезного.

На передней части корпуса мясорубки имеется наружная резьба, на которую навинчиваются гайка зажимная, а задней части - фланец, которым корпус крепится к приводу.

Крепление корпуса производится резьбовыми зажимами. Над загрузочным отверстием расположен несъемный предохранитель, исключающий возможность попадания руки обслуживающего персонала к шнеку работающей мясорубки.

Перерабатываемый продукт из чаши вручную подается к горловине корпуса мясорубки, а затем толкачом к вращающемуся шнеку. Увлекаемый шнеком продукт проходит последовательно через набор режущих инструментов.

Для получения фарша разной степени измельчения мясорубка снабжена набором ножевых решёток с отверстиями различных размеров.

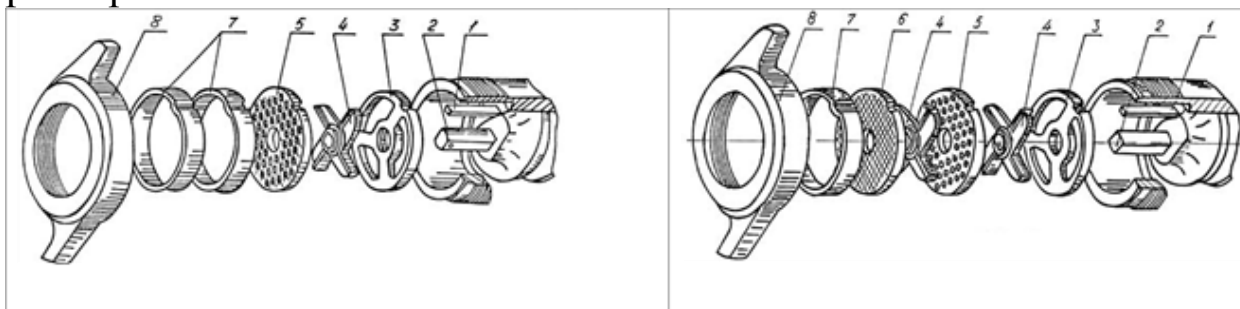


Рисунок 16.5 - Набор режущих инструментов:

1 – шпонка; 2 – шнек; 3 – нож подрезной; 4 – нож двухсторонний; 5 – решётка с отверстиями 9 мм; 6 – решётка с отверстиями 5мм; 7 – кольцо упорное; 8 – гайка зажимная.



Рисунок 16.6 - Фотографии набора режущих инструментов:
 а – ноже крестовый; б – нож подрезной; в – решетка с диаметром отверстий 9 мм; г - решетка с диаметром отверстий 5 мм; д – гайка прижимная; е – кольцо упорное; ж – решетка с диаметром отверстий 3мм; з –решетка с диаметром отверстий 3 мм с буртом; к – шнек.

Волчок - мясорубка К7-ФВП-82 (рисунок 16.7).

Волчок К7-ФВП-82 с номинальным диаметром выходной решетки 82 мм и производительностью 450 кг/ч предназначен для непрерывного измельчения охлажденного бескостного жилованного мяса и мясопродуктов при производстве фарша для колбасных и других мясных изделий. Степень измельчения сырья зависит от диаметра отверстий выходной режущей решетки.



Рисунок 16.7 - Волчок - мясорубка К7-ФВП-82

Волчек состоит из бескаркасного корпуса, на 4 виброопорах, имеет

прочное основание для закрепления привода. Чаша сваривается с боковыми стенками, корпус рабочего шнека закрепляется болтами к фланцу чаши, имеются 2 боковые дверки. На правой дверке закреплен встроенный электрический шкаф управления; на передней стенке закреплены пульт управления, поворотный кожух режущей решетки и откидная площадка обслуживания. На задней стенке закреплен рычажный выталкиватель рабочего шнека. Имеется зеркало обзора внутренней чаши.

Технические характеристики

Производительность	450 кг/ч
Диаметр ножевых решеток	82 мм
Вместимость чаши (бункера)	20 л
Мощность двигателя	2,2 кВт
Напряжение сети	380 В, 50 Гц
Напряжение цепи управления	24 В
Длина 610 мм Ширина 450 мм Высота 870 мм Масса 190 кг	

Волчок - мясорубки PSS.

Волчки – мясорубки серии PSS выполняются с номинальными диаметрами выходных решеток 114 - 130 мм и производительностью 1000 -3500 кг/ч предназначены для промышленного производства мясных изделий, а также других пищевых изделий. Волчки позволяют измельчать сырьё на

требуемую структуру, которая достигается применением подходящего режущего устройства. Волчки имеют массивную конструкцию станины, которая отвечает всем санитарно-гигиеническим требованиям и долговечности. Округлённые формы и шлифованные поверхности позволяют проводить тщательную очистку и мойку волчков. Все основные элементы управления расположены в поле зрения обслуживающего персонала и легко доступны. Мясо, подготовленное для переработки, загружается в бункер, где далее шнеком подается к режущему инструменту. В зависимости от выбранного режущего инструмента, получается высококачественный конечный продукт необходимой структуры.



Рисунок 10 - Волчок - мясорубка PSS RM 114

Технические характеристики PSS RM 114

Привод шнека	5,5 кВт
Вес оборудования	360 кг
Размеры (Д x Ш x В)	1218 мм x 725 мм x 1085 мм
Мелкое измельчение	650 кг/час
Производительность:	
Крупное измельчение	1 000 кг/час
Диаметр режущего инструмента	114 мм
Объем бункера	100 л
Напряжение сети	3/PE/N 50 Hz 230/400V TN-C-S
Нормированное переменное напряжение	230/400 V ± 10%
Напряжение управления	230/24 V AC

Задания:

Задание 1. Начертить схему волчка и режущего инструмента.

Задание 2. Определить тип, назначение и принцип действия, основные узлы и их взаимодействие.

Задание 3. Изучить устройство и принцип работы волчка.

РАБОТА №17

РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА. РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА И МЯСОРЕЗАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Цель работы: изучить особенности принципа работы и расчета оборудования для измельчения мяса. Произвести расчет оборудования для тонкого измельчения мяса на мясорезательных машинах.

Краткие теоретические сведения

К машинам тонкого измельчения относятся куттеры периодического действия с различной формой и расположением серповидных ножей. При измельчении сырья в куттере процесс ведется в открытой чаше или под вакуумом. При измельчении в открытой чаше возможна некоторая аэрация фарша вследствие примешивания к измельченному мясу и жиру большого количества воздуха, что создает благоприятные условия для протекания окислительных процессов. Куттерование под вакуумом позволяет получить фарш и готовые изделия более высокого качества за счет улучшения цвета, вкуса и исключения образования крупных пор и воздушных пустот. Колбасные изделия, выработанные из фарша, куттерованного под вакуумом, более длительно сохраняют вкус и запах. Принцип работы куттера периодического действия показан на рис. 17.1. Сырье подается в приемную чашу 5, имеющую форму полутора, которая медленно вращается. Вал вращения чаши располагается вертикально, а ножевой вал расположен горизонтально. Серповидные ножи 2 ножевого вала проходят по касательной к поверхности чаши. Крышка 1 может иметь загрузочное отверстие, позволяющее загружать ингредиенты на ходу. Качество измельчения намного лучше и потерь питательных

веществ меньше, чем в мясорубке, поскольку измельчение сырья происходит путем чистого среза, но здесь ножи и продукт не испытывают такого сильного давления, как в мясорубке.

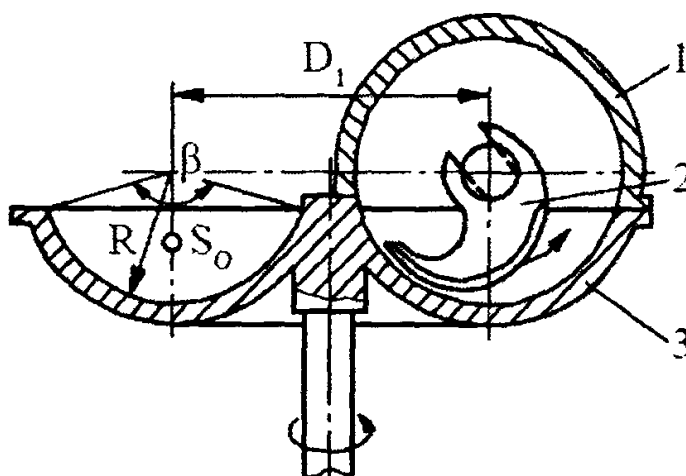


Рис. 17.1. Режущий механизм куттера:
1 - крышка; 2 - серповидный нож; 3 - чаша

Количество серповидных ножей зависит от вместимости куттера. Обычно устанавливают от 3 до 12 ножей. Неправильный выбор ножей и снижение в процессе эксплуатации их режущих свойств приводит к повышению температуры обрабатываемого сырья. Ножи крепятся на валу открытым или закрытым гнездом (рис. 17.2).

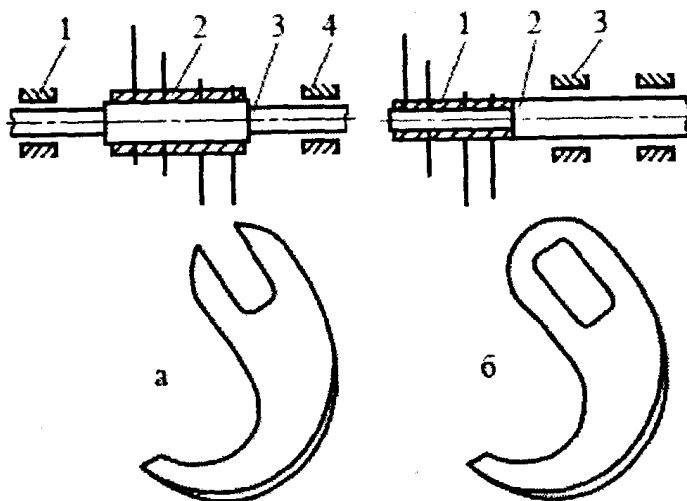


Рис. 17.2. Крепление серповидного ножа куттера:
а - с открытым гнездом: 1,4- подшипники; 2 - распорная втулка; 3 - вал; б - с закрытым гнездом: 1 - распорная втулка; 2 - вал; 3 - подшипники.

При креплении ножей на валу открытым гнездом с обеих сторон вала установлены подшипники. Ножи насаживаются на вал вилкообразной полостью и зажимаются гайкой. Такой способ крепления применяется на куттерах малой производительности с небольшим числом оборотов вала, так как ножи на валу удерживаются силой трения. При увеличении скорости вращения ножевого вала под действием возрастающих центробежных сил нож может выпасть из ножевой головки. Однако ножи с вилкообразной посадочной частью имеют меньшую массу, что способствует экономии дорогостоящих инструментальных сталей. Кроме того, крепление открытым гнездом возможно и на консольном валу.

В куттерах высокой производительности применяется крепление ножей закрытым гнездом. В этом случае подшипники устанавливаются только с одной стороны вала. Одностороннее расположение подшипников обуславливает меньшую устойчивость вала, но зато закрытое гнездо ножей обеспечивает большую надежность их крепления. Для повышения надежности крепления ножей на ножевом валу куттера иногда применяют посадочные диски, на которых фиксируются ножи.

При обоих способах крепления ножи по отношению друг к другу на валу располагаются с поворотом, что необходимо для балансировки ножевого вала и обеспечения тем самым безотказной работы куттера.

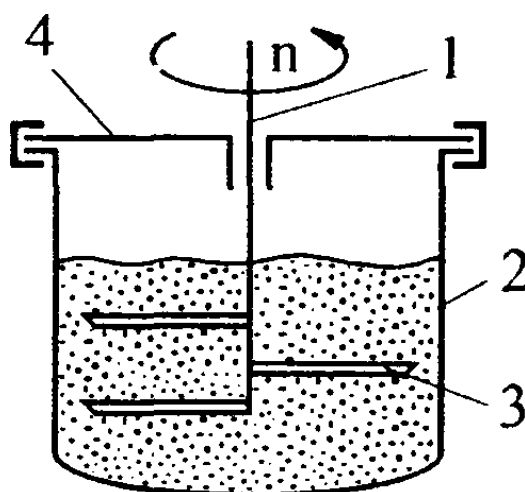


Рис. 17.3. Принципиальная схема миникуттера:
1 - ножевой вал; 2 - рабочая камера; 3 - ножи; 4 – крышка

В настоящее время за рубежом широкое распространение получили измельчители с вертикально расположенным ножевым валом, установленным в цилиндрической рабочей камере - миникуттеры (рис. 17.3), блендеры и бликсеры. Они могут иметь как верхнее, так и нижнее расположение привода. Эти многофункциональные кухонные машины с емкостями чаши от 2,5 до 11,5 л позволяют измельчать орехи, сухофрукты, сухари, зелень, лук, шоколад, сыр, лед; гомогенизировать овощные и фруктовые пюре, соусы, ягодные муссы, паштеты; рубить мясо; взбивать кремы, эмульсии, белки и замешивать тесто от блинного до густого.

Производительность куттера периодического действия и мини-куттера определяется по формуле:

$$Q = \frac{G}{T_{ц}} = \frac{V\rho\varphi}{t_3+t_n+t_b}, \quad (17.1)$$

где G - масса единовременной загрузки сырья, кг;

$T_{ц}$ - продолжительность полного цикла обработки, с;

V - геометрический объем рабочей емкости чаши, м³ ;

ρ - плотность обрабатываемого сырья, кг/м³ (для фарша $\rho = 900$ кг/м³);

φ - коэффициент заполнения объема чаши (для куттеров с гладкой откидной крышкой, на которой не установлены подшипники ножевого вала, $\varphi = 0,6$, для куттеров, в которых подшипники ножевого вала установлены на крышке чаши с выступом внутрь чаши, $\varphi = 0,55$);

t_3 - время загрузки фарша в чашу куттера, с;

t_n - время измельчения и перемешивания порции продукта, с;

t_b - время выгрузки фарша, с.

Геометрический объем рабочей емкости чаши (рис.17.1)

$$V=2\pi R_1 S_0 \quad (17.2)$$

где R_1 - расстояние от оси вращения чаши до центра тяжести слоя фарша, м;

S_0 - площадь сегмента, которым образована внутренняя часть чаши куттера, м² .

Геометрический объем рабочей камеры мини-куттера рассчитывается по известным из геометрии формулам.

Минимальное время измельчения и перемешивания порции продукта

$$t_{\text{и}} = \frac{60GF_1}{\varphi_0 F_0} = \frac{60GF_1}{\varphi_0 S_1 z n}, \quad (17.3)$$

где F_1 — площадь раздела при измельчении 1 кг продукта, м²/кг;
 φ_0 - коэффициент использования режущей способности механизма измельчителя, $\varphi_0 = 0,7 - 0,8$;

F_0 - режущая способность механизма, м²/мин;

S_1 - площадь разреза слоя фарша одним ножом за один оборот, м²;

z — число ножей в режущем механизме, шт;

n - частота вращения ножевого вала, об/мин.

На стадии интенсивного измельчения мяса в куттере наиболее рационально использовать скорость ножей 30-40 м/с в течение 3-4 мин. На стадии образования вторичной структуры фарша наиболее рационально вести процесс при скорости 100-120 м/с в течение 3-4 мин. Благодаря двухступенчатой обработке мяса в куттере при рекомендованных режимах получают фарш и готовый продукт высокого качества.

Площадь разреза слоя фарша одним ножом за один оборот

$$S_1 = \frac{V_3}{2\pi R_1} = \varphi S_0 \approx \frac{G}{2\pi R_1 \rho}, \quad (17.4)$$

где V_3 - объем загрузки, м³.

Мощность электродвигателя куттера периодического действия

$$N = N_1 + N_2, \quad (17.5)$$

где N_1 - мощность, необходимая для куттерования сырья, Вт;

N_2 -мощность, необходимая для вращения загруженной сырьем чаши, Вт.

Мощность, необходимая для куттерования сырья:

$$N_1 = \frac{aS_1 z n \eta_a}{60\eta}, \quad (17.6)$$

где a - удельный расход энергии на перерезание слоя фарша одним ножом за один оборот, Дж/м² (при измельчении мясного сырья при окружной скорости ножей до 30 м/с без добавления в фарш воды $a = 2700-3100$ Дж/м², с добавлением в фарш воды - $a = 2000-2400$ Дж/м²);

η_a - коэффициент запаса мощности, $\eta_a = 1,3-1,5$;

η - КПД передач от двигателя к ножевому валу.

Второе слагаемое мощности электродвигателя куттера периодического действия обычно принимается в зависимости от вместимости чаши.

Пример расчета

Рассчитать куттер периодического действия.

Исходные данные: масса единовременной загрузки сырья $G = 2,5$ кг; число ножей в механизме $z = 2$ шт.; частота вращения ножевого вала $n = 1380$ об/мин; измельчение с добавлением воды.

Определить: время измельчения мясного сырья t_i ; производительность куттера Q ; мощность привода N .

Последовательность расчета:

Из формулы (17.1) определяем геометрический объем рабочей емкости чаши, при этом принимаем плотность мясного сырья $\rho = 1100$ кг/м³ и коэффициент заполнения объема чаши $\phi = 0,6$:

$$V = \frac{2,5}{1100 \cdot 0,6} = 0,0038 \text{ м}^3$$

Из формулы (17.2) определяем площадь сегмента, при помощи которого образована внутренняя часть чаши куттера, при этом по конструктивным соображениям радиус вращения центра тяжести площади S_0 вокруг вертикальной оси вращения принимается $R_1 \sim 0,054$ м:

$$S_0 = \frac{0,0038}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,054} = 0,0112 \text{ м}^2.$$

По формуле (17.4) вычисляем площадь разреза слоя фарши одним ножом за один оборот:

$$S_1 = \frac{2,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,054} = 0,0112 \text{ м}^2.$$

Минимально необходимое время измельчения порции продукта рассчитываем по формуле (17.3), приняв площадь раздела при измельчении 1 кг продукта $F_1 = 2,3$ м²/кг и коэффициент использования режущей способности механизма измельчителя $\phi_0 = 0,8$:

$$t_0 = \frac{60 \cdot 2,5 \cdot 2,3}{0,8 \cdot 0,0067 \cdot 2 \cdot 1380} = 23,3 \text{ с}$$

По рекомендации принимаем $t_u = 180$ с.

Находим продолжительность цикла обработки порции продукта при $t_3 = t_B = 30$ с:

$$T_{ц} = 30 + 180 + 30 = 240 \text{ с.}$$

По формуле (17.1) определяем производительность куттер периодического действия:

$$Q = \frac{3600 \cdot 2,5}{240} = 37,5 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

Мощность, необходимую для измельчения сырья, рассчитываем по формуле (17.6) при удельном расходе энергии на перерезывание слоя фарша одним ножом за один оборот $a = 2500 \text{ Дж/м}^2$, коэффициенте запаса мощности $\eta_a = 1,3$ и КПД передач от двигателя к ножевому валу $\eta = 0,8$:

$$N_1 = \frac{2500 \cdot 0,0067 \cdot 2 \cdot 1380 \cdot 1,3}{1000 \cdot 60 \cdot 0,8} = 1,25 \text{ кВт.}$$

Принимаем мощность, необходимую для вращения чаши, $N_2 = 0,1 \text{ кВт}$.

По формуле (17.5) рассчитываем мощность электродвигателя куттера периодического действия:

$$N = 1,25 + 0,1 = 1,35 \text{ кВт.}$$

Задания

Задача 1. Рассчитать куттер периодического действия если дано: масса единовременной загрузки сырья $G = 2,8 \text{ кг}$; число ножей в механизме $z = 2 \text{ шт.}$; частота вращения ножевого вала $n = 1440 \text{ об/мин}$; измельчение без добавлением воды. Определить: время измельчения мясного сырья t_i ; производительность куттера Q ; мощность привода N .

Задача 2. Рассчитать куттер периодического действия, если дано: масса единовременной загрузки сырья $G = 3,6 \text{ кг}$; число ножей в механизме $z = 2 \text{ шт.}$; частота вращения ножевого вала $n = 1500 \text{ об/мин}$; измельчение с добавлением воды. Определить: время измельчения мясного сырья t_i ; производительность куттера Q ; мощность привода N .

Задача 3. Рассчитать куттер периодического действия, если дано: масса единовременной загрузки сырья $G = 4,0 \text{ кг}$; число ножей в механизме $z = 1 \text{ шт.}$; частота вращения ножевого вала $n = 1410 \text{ об/мин}$; измельчение с добавлением воды. Определить: время измельчения мясного сырья t_i ; производительность куттера Q ; мощность привода N .

Задача 4. Рассчитать куттер периодического действия, если дано: масса единовременной загрузки сырья $G = 3,2 \text{ кг}$; число

ножей в механизме $z = 1$ шт.; частота вращения ножевого вала $n = 1480$ об/мин; измельчение с добавлением воды. Определить: время измельчения мясного сырья t_i ; производительность куттера Q ; мощность привода N .

РАБОТА №18

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ КУТТЕРА

Цель работы: изучение устройства и принципа работы куттера, требования безопасной эксплуатации куттера, определение производительности куттера и мощности его привода.

Краткие теоретические сведения

Для получения однородной структуры фарша с минимальной водосвязывающей способностью и увеличения выхода готовой продукции, сырье подвергается куттерованию.

Куттер используется для окончательного измельчения мяса, получения тонкоизмельченного сырья и приготовления фарша при производстве п/к, в/к и вареных колбас, сосисок и сарделек. Допускается измельчение охлажденного от -1 до $+5$ °С мяса в кусках массой не более 0,5 кг, также блоков замороженного мяса размерами 190x190x75 мм температурой не ниже -8 °С.

Применение вакуума в герметичных куттерах позволяет сохранить цвет сырья, улучшить связывание протеина и влаги и, в конечном итоге, увеличить выход и качество продукции. Снижение содержания кислорода в сырье увеличивает срок его хранения при переработке.

Куттер состоит из станины 1 с электродвигателями приводов ножевого вала и чаши ножевого вала 6, защитной крышки, выгрузателя 4 с тарелкой 5, механизма загрузки 3, тележки 2 и электрооборудования с пультом управления (рисунок 18.1).

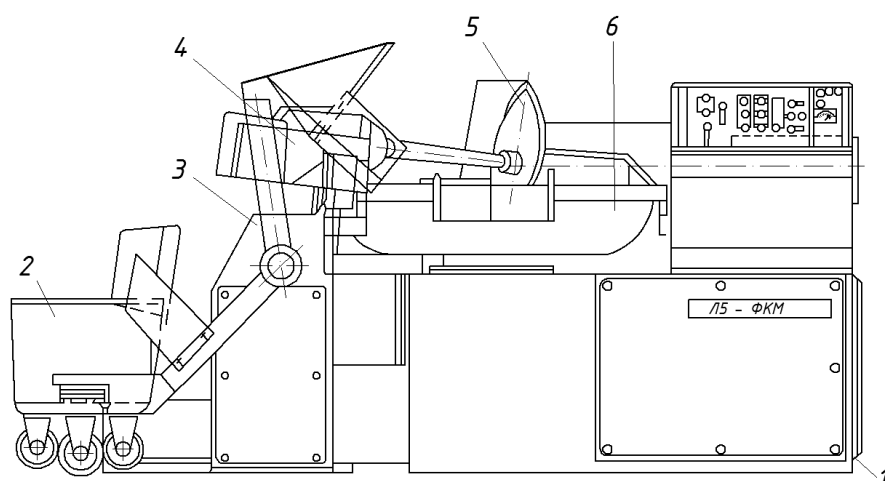


Рисунок 18.1 - Куттер Л5-ФКМ:

1 - станина; 2 - тележка; 3 - механизм выгрузки; 4 - выгружатель; 5 - тарелка; 6 – чаша

Станина изготовлена из двух отдельных частей. В нижней части на качающихся плитах установлены электродвигатели приводов ножевого вала и чаши, в верхней части на подшипниках качения - ножевой вал, на консоли которого расположены ножевые головки.

Открытая чаша - рабочая емкость, опирающаяся на опорный подшипник. Привод - электродвигатель и червячный редуктор. Скорость вращения чаши $n = 0,3 \text{ с}^{-1}$. Для обеспечения безопасной работы и предотвращения разбрызгивания продукта в зоне резания, чаша закрывается защитной крышкой из нержавеющей стали, заполненной внутри звукопоглощающим материалом. Снизу крышки имеются скребки, направляющие продукт к режущему механизму.

Режущий механизм представляет собой комплект серповидных ножей, заточенных с одной стороны, и стальной гребенки, которая очищает лезвия ножей от мяса. В соответствии с требованиями качества фарша куттер должен иметь не менее 2-х скоростей (1500/3000 об/мин), а ножевая головка не менее 3-х пар ножей. Частота вращения ножей до 100 об/сек. Нож куттера имеет режущую кромку в виде прямой линии с заточкой в виде клина с

углом при вершине 15-30°. Толщина ножа принимается по условиям работы 3...7 мм.

Конструкцию ножей и ножевой головки выбирают такой, чтобы обеспечить их легкую балансировку и поддерживать минимальный зазор между внутренней поверхностью чаши и режущей кромкой ножа.

Ножи 1 укрепляют на вал гайкой, и они удерживаются силой трения, их изготавливают с отверстиями в посадочной части. Отверстия и предназначены для входа исходного сырья и удаления измельченного.

Привод ножевого вала - электродвигатель, клиноременная передача.

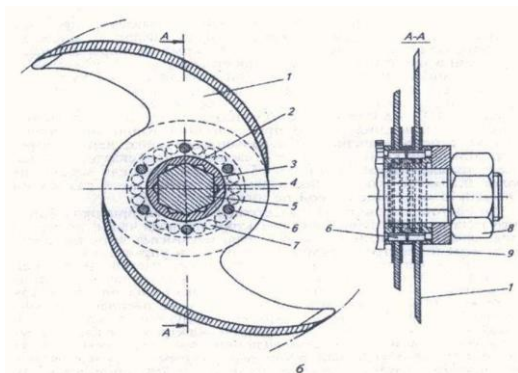


Рисунок 12 - Ножевая головка куттера:

1 - нож; 2 - посадочная часть; 3 - втулка; 4 - отверстие; 5 - вал; 6 - штифт; 7 - отверстие; 8 - гайка; 9 - диск

Механизм выгрузки - тарелка. Привод включает червячный редуктор, к которому с одной стороны фланцем присоединен электродвигатель, с другой - труба выгрузателя с проходящим через нее валом привода тарелки. В момент начала выгрузки продукта она получает вращение, а так как одновременно включается муфта червячной пары, то медленно опускается в чашу-фарш выгружается. При достижении тарелкой дна чаши муфта отключается, движение тарелки вниз прекращается. Она продолжает вращаться до полной выгрузки продукта, затем включается реверс и тарелка поднимается вверх.

Механизм загрузки - тележка для транспортирования продукта к куттеру и механизм ее опрокидывания, смонтированный в чугунной станине.

Принцип работы. В чашу сырье загружают при включенной машине, предварительно измельченное на волчке. Сырье, медленно

вращаясь с чашей, подается к быстровращающимся ножам. Происходит мелкое измельчение.

Время куттерования зависит от вида продукта и степени его измельчения до поступления в куттер.

Степень измельчения зависит от длительности куттерования, скорости резания, числа ножей и их заточки, расстояния между крайними ножами и чашей (минимальное 2 мм).

Измельчение продукта без добавления воды вызывает увеличение потребляемой мощности на 30 - 40%. В процессе измельчения в куттер добавляют воду или специальный чешуйчатый лед. Этим достигается соблюдение рецептуры фарша, а также снижение его температуры, которая при куттеровании повышается на 1.. 4 °С.

Техническая характеристика куттера

Производительность, кг/ч	1200
Вместимость чаши, м ³	0,125
Коэффициент загрузки чаши	0,4... 0,6
Число ножей	2
Длительность цикла, мин	3...5
Скорость резания ножей, м/с	65
Установленная мощность, кВт	30,6
Занимаемая площадь, м ²	5,5
Масса, кг	2200

Требования безопасности при эксплуатации.

Для безопасной разборки режущего механизма при санитарной обработке машины применяют приспособление для отвинчивания зажимной гайки и специальный крючок, прилагаемые в комплекте поставки. Зона вращения ножей куттера и передаточные механизмы должны быть закрыты крышками, заблокированными с пусковым устройством. При открытой любой из крышек куттера должна быть исключена возможность пуска куттера в работу. Для удобной и безопасной выгрузки из чаши переработанного фарша куттер следует обеспечивать тарельчатым выгрузителем, заблокированным с пусковым устройством.

При подъеме тарелки выгрузителя должно прекращаться вращение самой тарелки и чаши куттера. Дежа куттера – мешалки должна иметь предохранительную планку, заблокированную с приводом, обеспечивающую отключение машины при касании

рамки дежи. После каждого цикла работы необходимо разбирать ножи, чистить и промывать, проверять состояние остроты. Также необходимо промывать чашу от мясных остатков. Причины неисправности и способы устранения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Причины неисправности и способы устранения

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
Не обеспечивается нужное качество измельчения сырья	Затупились ножи Слабо затянута гайка фиксации ножей	Снять ножи - заточить Затянуть гайку, отрегулировать зазор между ножом и чашей
При пуске установки ощутимы вибрации	Слабое натяжение ремней привода ножевого вала	Отрегулировать натяжение ремней привода ножевого вала
Шумы в редукторе при работе машины	Грязное масло Износились подшипники Небольшой уровень масла	Промыть и заменить масло Разобрать редуктор, заменить подшипники Долить масло

Задания:

Задание 1. Назначение куттера. Описание, принцип работы и техническая характеристика куттера марки Л5-ФКМ.

Задание 2. Описать работу ножевой головки куттера.

Задание 3. Изучить требования безопасности при эксплуатации куттера.

Задание 4. Перечислить причины неисправности куттера и способы их устранения.

РАБОТА №19

РАСЧЕТ МЯСО- И ШПИНГОРЕЗАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Цель работы: изучить принцип работы и особенности расчета мясо- и шпингорезательных машин.

Краткие теоретические сведения

Мясо- и шпингорезательные машины служат для нарезания шпика или вареного мяса на куски заданной формы - кубики или параллелепипеды. Принципиальное устройство режущего узла у

всех видов машин данного типа одинаково (рис. 19.1). Наименьший допускаемый размер куска - 4 мм.

Наиболее распространенный режущий инструмент в машинах этого типа - вращающийся нож 10 с фасонной режущей кромкой в комбинации с двумя группами плоских ленточных ножей 5, которые закреплены в движущихся возвратно-поступательно ножевых рамках 4 и расположены перпендикулярно друг другу. При такой установке ножей обеспечивается разрезание продукта в трех плоскостях: на продольные полосы заданного поперечного сечения, определяемого шагом между пластинчатыми ножами, и отрезание кусочков серповидным ножом, совершающим непрерывное или периодическое движение. Продукт принудительно подается толкателем 7, за один оборот вращающегося ножа - на длину отрезаемого кусочка. Возвратнопоступательное движение ножевых рамок обеспечивается преобразованием вращательного движения приводного вала 1 посредством эксцентрика 2, вилки 3 для первой рамки и углового рычага 8 для второй рамки.

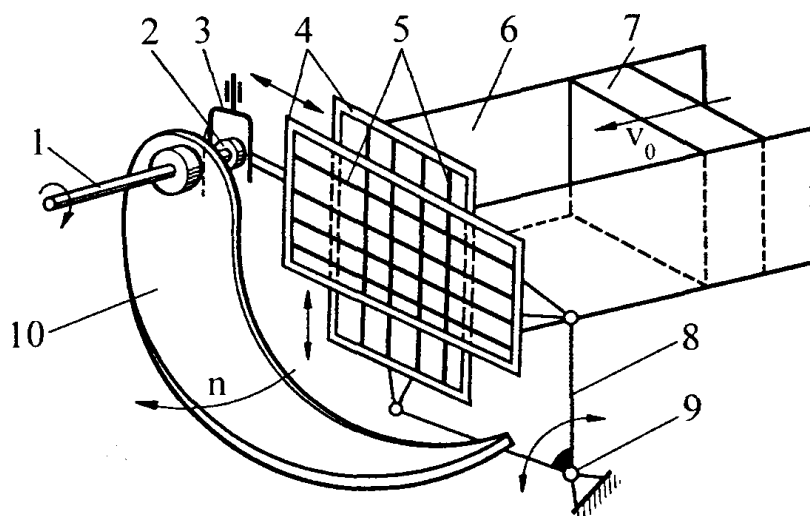


Рис. 19.1. Принципиальная схема режущего узла шпигорезки: 1 - приводной вал; 2 - эксцентрик; 3 - вилка; 4 - ножевые рамки; 5 - пластинчатые ножи; 6 - короб питателя; 7 - толкатель; 8 - угловой рычаг; 9 - шарнир; 10 - серповидный нож.

Толкатель приводится в действие либо механически, либо при помощи гидравлического цилиндра. В настоящее время технологические возможности данных машин существенно расширены за счет применения комплектов сменных рабочих

органов. Они могут обрабатывать не только мясо и шпик, но и овощи. Например, на машинах фирмы «Treif» (Германия), которые называются слайсерами, возможно традиционное нарезание на кубики, а также на полоски, шинковка и т. д.

Производительность машин для резки шпика кг/с, периодического действия

$$Q = \frac{m}{T_{ц}} = \frac{V\rho\gamma}{t_3+t_{и}}, \quad (19.1)$$

где m - масса кусков шпика, укладываемого в загрузочный короб, кг;

$T_{ц}$ - продолжительность рабочего цикла, с;

V - объем загрузочного короба, м³;

ρ — плотность продукта, кг/м³, (для шпика $\rho = 920—960$ кг/м³);

γ - коэффициент заполнения загрузочного короба, $\gamma = 0,7—0,8$;

t_3 - время, затрачиваемое на укладку кусков шпика в загрузочный короб и поворот короба в рабочее положение, соосное толкателю, с;

$t_{и}$ - время измельчения порции шпика, с.

Время измельчения, рассчитанное через частоту вращения отсекающего ножа:

$$t_o = \frac{L}{xzn}, \quad (19.2)$$

где L — длина загрузочного короба, м;

x - подача продукта за время одного оборота отсекающего ножа, м; z — число вращающихся ножей, шт.;

n - частота вращения отсекающего ножа, об/с.

При постоянной частоте вращения отсекающего ножа

$$Q = bcv_n\rho\gamma, \quad \text{кг/с} \quad (19.3)$$

где b, c - размеры проходного сечения горловины питателя, м;

v_n - скорость подачи продукта, м/с.

При непрерывной подаче сырья время измельчения рассчитывают по скорости движения толкателя из уравнения:

$$Ph_m = \frac{mv^2}{2}, \quad (19.4)$$

где P - усилие толкателя, кг;

h_m - ход толкателя, м;

m - масса перемещаемого в цилиндре масла, кг;

v - скорость движения масла, м/с.

Следовательно,

$$v = \sqrt{\frac{2Ph_m}{m}}, \quad (19.5)$$

Тогда

$$t_o = \frac{L}{v} = \frac{L}{\sqrt{\frac{2Ph_m}{m}}} = \frac{L}{\sqrt{\frac{2pFh_m}{m}}}, \quad (19.6)$$

где p - давление масла в гидроцилиндре, Па;

F - площадь днища поршня, m^2 .

В зону резания продукт подается дискретно, так как в момент отсутствия движения шпика кубики отрезаются серповидным ножом. За время одного оборота отсекающего ножа толкатель питателя должен продвинуть шпик через блок ножевых рамок на расстояние, равное длине стороны кубика $x = d$, то есть

$$v_o = xn, \text{ м/с}. \quad (19.7)$$

Технологическая мощность шпигорезки

$$N = N_1 + N_2, \quad (19.8)$$

где N_1 - мощность, затрачиваемая на перерезание шпика серповидным ножом, Вт;

N_2 - мощность, затрачиваемая на продвижение шпика питателем через блок ножевых рамок, Вт.

Первое слагаемое

$$N_1 = \frac{a\varphi F}{60}, \quad (19.9)$$

где a - удельный расход энергии на перерезывание шпика, Дж/ m^2 , $a = (90—100) \cdot 10^3$ Дж/ m^2 ;

φ - коэффициент эффективного использования проходного сечения блока ножевых рамок;

F - режущая способность механизма, $m^2/\text{мин}$.

Коэффициент эффективного использования

$$\varphi = \frac{F_{ж}}{F_o} = \frac{(F_o - F_c)}{F_o}, \quad (19.10)$$

где $F_{ж}$ - «живое сечение» блока ножевых рамок, m^2 ;

F_o - площадь проходного сечения горловины питателя, m^2 ;

F_c - суммарная площадь элементов ножевых рамок (плоских ножей, планок рамки и т.п.), перекрывающих проходное сечение горловины питателя, m^2 .

Режущая способность механизма

$$F = \frac{F_o n}{\alpha} = \frac{bcn}{\alpha}, \quad (19.11)$$

где α - отношение времени резания к времени полного оборота ножа, $\alpha = 0,5$.

Мощность, необходимая для продвижения шпика:

$$N_2 = P_p U_0 \quad (19.12)$$

где P_p - усилие резания плоскими ножами, Н.

Усилие резания:

$$P_p = F_p \sigma_p + l_e d_{max} \tau_p \quad (19.13)$$

где F_p - площадь поверхности резания, м²;

σ_p - нормальное напряжение, возникающее в продукте под действием давления, создаваемого питателем, Н/м², $\sigma_p = (4...6) \cdot 10^3$ Н/м²;

τ_p - касательное напряжение, действующее на поверхности разреза продукта, кН/м², $\tau_p = (8...10) \cdot 10^3$ Н/м²;

l_e - суммарная длина лезвий плоских ножей ножевых рачонок, м;

d_{max} - наибольшая величина подачи шпика за один оборот ножа, м.

Пример расчета.

Рассчитать шпигорезательную машину. Исходные данные: производительность $Q = 500$ кг/ч; размеры нарезаемого кубика $6 \times 6 \times 6$ мм; частота вращения отсекающего ножа $n = 240$ об/мин; длина загрузочного бункера $L = 0,48$ м; число отсекающих ножей $z = 1$ шт.; шпигорезка гидравлическая горизонтальная.

Определить: время измельчения; размеры проходного сечения; мощность электродвигателя N .

Последовательность расчета:

Время измельчения порции шпика

$$t_0 = \frac{0,48 \cdot 60}{0,006 \cdot 1 \cdot 240} = 20 \text{ с.}$$

Считая, что $v_{II} = v_0$, имеем

$$v_0 = \frac{0,006 \cdot 240}{60} = 0,024 \text{ м/с.}$$

Принимая плотность шпика $\rho = 940$ кг/м³ и коэффициент заполнения загрузочного короба $\gamma = 0,75$, и считая проходное сечение квадратным, то есть $b = c$, имеем

$$b = \sqrt{\frac{500}{3600 \cdot 0,024 \cdot 940 \cdot 0,75}} = 0,091 \text{ м.}$$

Принимаем из конструктивных соображений $b = c = 0,12$ м.

Принимая время, затрачиваемое на укладку кусков шпика в загрузочный короб и поворот короба в рабочее положение, соосное толкателю, $t_3 = 15$ с, проверяем производительность машины:

$$Q = \frac{3600 \cdot 0,12 \cdot 0,48 \cdot 940 \cdot 0,75}{20 + 15} = 501,2 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

Количество пластинчатых ножей в ножевой рамке находим по формуле:

$$Z_n = \frac{b}{d} = 1;$$

$$Z_n = \frac{0,12}{0,006} - 1 = 19 \text{ шт.}$$

Площадь проходного сечения горловины питателя находим по формуле:

$$F_0 = F_c;$$

$$F_0 = 0,12 \cdot 0,12 = 0,0144 \text{ м}^2.$$

Суммарную площадь плоских ножей, перекрывающих проходное сечение горловины питателя, при толщине ножа $\delta = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м и числе рамок $z_p = 2$

$$F_c = b\delta z_n z_p;$$

Коэффициент эффективного использования:

$$\varphi = \frac{(0,0144 - 0,00228)}{0,0144} = 0,84.$$

Режущая способность механизма:

$$F = \frac{0,0144 \cdot 240_n}{0,5 \cdot 60} = 0,115 \frac{\text{м}^2}{\text{мин}}$$

Мощность, затрачиваемая на перерезание шпика серповидным ножом, при удельном расходе энергии на перерезывание шпика $a = 100 \cdot 10^3$ Дж/м² :

$$N_1 = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 0,84 \cdot 0,115}{60} = 161 \text{ Вт.}$$

Площадь поверхности резания $F_p = F_c = 0,00228 \text{ м}^2$.

Задания

Задача 1. Рассчитать шпигорезательную машину. Исходные данные: производительность $Q = 500$ кг/ч; размеры нарезаемого кубика $8 \times 8 \times 8$ мм; частота вращения отсекающего ножа $n - 240$ об/мин; длина загрузочного бункера $L - 0,47$ м; число отсекающих ножей $z = 1$ шт.; шпигорезка гидравлическая горизонтальная.

Определить: время измельчения; размеры проходного сечения; мощность электродвигателя N .

Задача 2. Рассчитать шпигорезательную машину. Исходные данные: производительность $Q = 400$ кг/ч; размеры нарезаемого кубика $6 \times 6 \times 6$ мм; частота вращения отсекающего ножа $n - 225$ об/мин; длина загрузочного бункера $L - 0,35$ м; число отсекающих ножей $z = 1$ шт.; шпигорезка гидравлическая горизонтальная.

Определить: время измельчения; размеры проходного сечения; мощность электродвигателя N .

Задача 3. Рассчитать шпигорезательную машину. Исходные данные: производительность $Q = 300$ кг/ч; размеры нарезаемого кубика $4 \times 4 \times 4$ мм; частота вращения отсекающего ножа $n - 210$ об/мин; длина загрузочного бункера $L - 0,49$ м; число отсекающих ножей $z = 1$ шт.; шпигорезка гидравлическая горизонтальная.

Определить: время измельчения; размеры проходного сечения; мощность электродвигателя N .

Задача 4. Рассчитать шпигорезательную машину. Исходные данные: производительность $Q = 450$ кг/ч; размеры нарезаемого кубика $12 \times 12 \times 12$ мм; частота вращения отсекающего ножа $n - 250$ об/мин; длина загрузочного бункера $L - 0,40$ м; число отсекающих ножей $z = 1$ шт.; шпигорезка гидравлическая горизонтальная.

Определить: время измельчения; размеры проходного сечения; мощность электродвигателя N .

Задача 5. Рассчитать шпигорезательную машину. Исходные данные: производительность $Q = 350$ кг/ч; размеры нарезаемого кубика $10 \times 10 \times 10$ мм; частота вращения отсекающего ножа $n - 230$ об/мин; длина загрузочного бункера $L - 0,45$ м; число отсекающих ножей $z = 1$ шт.; шпигорезка гидравлическая горизонтальная.

Определить: время измельчения; размеры проходного сечения; мощность электродвигателя N .

РАБОТА №20

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОТЛЕТ

Цель работы: изучить особенности и принцип работы машин для формования котлет, научиться производить необходимые расчеты по определению производительности оборудования для формования котлет.

Краткие теоретические сведения

Основными способами деления продуктов на порции являются дозирование и формование.

Дозирование - это деление продуктов на части, одинаковые по заданным геометрическим размерам, массе или объему без придания им формы. Дозируют сыпучие, жидкие, фаршеобразные, вязкопластичные и другие продукты.

Формование - это придание порциям заданных формы и геометрических размеров с обязательным их сохранением у формованных изделий при дальнейшей технологической обработке, что влияет на выход и качество готовой продукции. Процесс формования применяют при производстве колбасных и кулинарных изделий.

На предприятиях используют в основном технологические машины, осуществляющие двоякий дозирочноформовочный процесс, то есть делят продукты на порции заданной массы и придают им определенную геометрическую форму. Двоякому процессу могут быть подвергнуты продукты, хорошо сохраняющие приданную им форму, например, изделия из теста, мясного, рыбного, овощного, крупяного и картофельного фаршей, сливочное масло и маргарин и т. п. Жидкие и сыпучие продукты можно только дозировать или фасовать. Технологические машины двоякого типа обрабатывают продукты давлением посредством соответствующих рабочих органов, обеспечивающих сдавливание и уплотнение продукта

По функциональному назначению дозирочно-формовочное оборудование можно классифицировать на следующие основные группы:

- машины для формовки котлет, гамбургеров;
- машины для формовки вареников и пельменей;
- шприцы для наполнения колбасных оболочек;
- тестораскаточные машины;
- делители масла;
- машины для деления теста и формования тестовых заготовок;
- дозаторы крема.

Машины для формовки котлет

Машины для формовки котлет работают по принципу объемного дозирования. Применяемые в настоящее время на

предприятиях машины можно разделить на три основные группы: роторные (рис. 20.1,а); барабанные (рис. 20.1, б) и с возвратно-поступательно движущимся формователем (рис. 20.1, в).

К машинам первой группы относится автомат для формовки котлет АФК-1 (рис. 20.2), предназначенный для формовки и дозирования заготовок котлет и тефтелей из мясного и рыбного фаршей. Загруженный в бункер 10 фарш через отверстие в днище 12 шнеком на- 38 правляется в полость стола 13, образованную поршнем 15. В зависимости от положения переключателя вида формуемых изделий 3 фарш заполняет полости только одного диаметра (либо $\varnothing 70$ мм, либо $\varnothing 36$ мм).

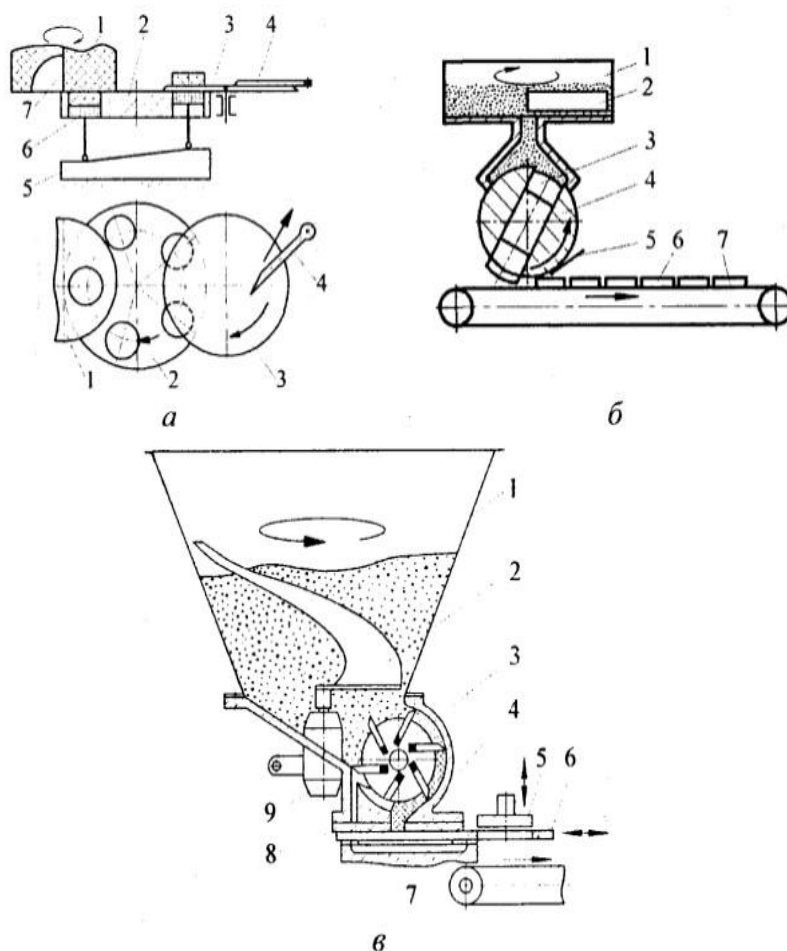


Рис. 20.1. Способы формования котлет (гамбургеров):

а - роторный: 1 - бункер; 2 - рабочий стол (ротор); 3 - съемный стол; 4 - скребок; 5 - копир; 6 - поршень; 7 - лопасть;

б - барабанный: 1 - загрузочный лоток; 2 - лопасть; 3 - поршень; 4 - формующий барабан; 5 - проволочный съемник; 6 - отформованный продукт; 7 - транспортер;

в - с возвратнопоступательно движущимся формователем: 1 - загрузочный бункер; 2- лопасть; 3 - нагнетатель; 4 -рабочая камера;

5 - выталкиватель; 6 - формователь; 7 - транспортер; 8 - направляющая; 9 - привод лопасти

При вращении стола происходит выталкивание поршнем на поверхность стола дозированного изделия, которое поступает на вращающийся диск 4 и выводится из рабочей зоны. Направление перемещения определяется положением сбрасывателя 5. Масса полуфабрикатов регулируется вращением винта 9 с помощью специального ключа-шаблона, на котором нанесена величина глубины опускания поршней. Вид формуемых изделий определяется положением диска 4, фиксируемого рукояткой 3. При вращении рукоятки по часовой стрелке до упора изготавливаются тефтели, против - котлеты.

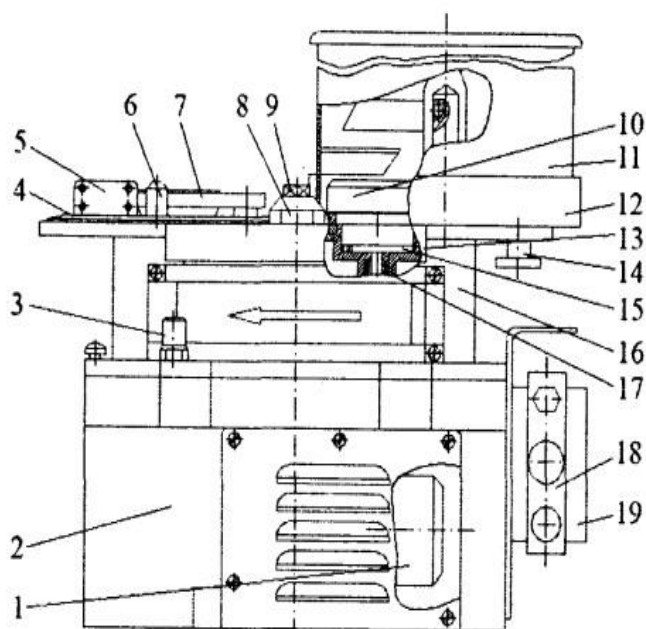


Рис. 20.2. Автомат для формовки котлет АФК-1:

1 - электродвигатель; 2 - корпус; 3 - рукоятка; 4 - диск; 5 - сбрасыватель; 6 — гайка; 7 - кронштейн; 8 - винт; 9 — регулировочный винт; 10 - загрузочный бункер; 11- обечайка; 12 - днище; 13- формовочный стол; 14 — гайка; 15 - поршень; 16 - крышка; 17 - пружина; 18 - пост управления; 19 - пускатель магнитный

К машинам второй группы относятся формовочные машины серии «Formatic» (Великобритания), формирующие широкую гамму продуктов: печенье, рыбные палочки, котлеты, гамбургеры, картофельные и мучные крокеты и прочие полуфабрикаты. Для

производства изделий различной формы каждая машина снабжена сменными формовочными барабанами.

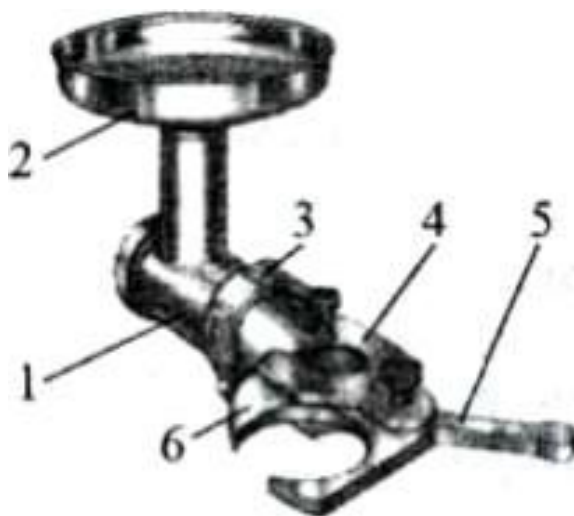


Рис. 20.3. Формовщик гамбургеров POR:

1 - мясорубка; 2 - загрузочный бункер; 3 - зажимная гайка; 4 - дозатор; 5 - рукоятка; 6 - формователь

Принцип работы машины (рис. 20.3) заключается в следующем. Отверстие в барабане 4 снабжено поршнем 3, повторяющим его форму, в верхнем положении поршень опускается к центру барабана, образуя полость, заполняемую продуктом, в нижнем положении поршень выдавливает отформованный продукт, который срезается струной 5 и попадает на конвейер 7. Глубина формы от 3 до 34 мм регулируется спиральным кулачком. Дополнительно машины комплектуются: устройством автоматического прокладывания пергамента под котлету; устройством для автоматического укладывания котлет в стопку с перекладыванием пергаментом; устройством автоматического укладывания продукта на пластиковые поддоны. Машины этой серии имеют производительность от 1200 до 4000 шт/ч.

Третий принцип формования реализован, например, в ручном формовщике гамбургеров POR (рис.20.3) фирмы «HUDSON MESA S.r.l.» (Италия), являющимся сменным механизмом к универсальной кухонной машине. Производительность формовщика 600 шт./ч, он включает в себя мясорубку 1 (решетки 4,5 и 6 мм и 2 ножа) и дозатор 4 на 100 г.

Производительность котлетоформовочной машины:

- штучная

$$Q=3600ni, \text{ шт/ч} \quad (20.1)$$

где n - частота вращения формовочного стола (барабана), число двойных ходов формователя, об/с;

i - число окон в формовочном столе (барабане, формователе), шт.;

- массовая

$$Q=3600niv\rho, \text{ кг/ч}, \quad (20.2)$$

где ρ - плотность фарша, кг/м^3 , (для мясного котлетного фарша $\rho=1000 - 110 \text{ кг/м}^3$);

v - объем окна, заполняемый фаршем, при заданной глубине погружения поршня (толщине формователя), м^3

$$v = \frac{\pi d^2}{4} (h - c), \quad (20.3)$$

где d - диаметр формовочного окна, м;

h — ход поршня (толщина формователя), м;

c - толщина слоя панировочных сухарей в формовочном окне (при установке соответствующего устройства), м, $c = 0,002\text{м}$.

Объем цилиндрического бункера, м^3 занимаемый фаршем:

$$V = V_b - V_l = \frac{\pi D^2}{4} (H_b - H_3), \quad (20.4)$$

где V_b - объем загрузочного бункера, м^3 ;

V_l - объем, занимаемый лопастью и валом, м^3 ;

D - внутренний диаметр бункера, м;

H_b — полезная высота бункера, м.

Технологическая мощность, Вт котлетоформовочной машины первой группы

$$N=N_1+N_2 \quad (20.5)$$

где N_1 - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления вращению лопасти в бункере для фарша, Вт;

N_2 - мощность, затрачиваемая на отделение отформованной части фарша, Вт.

Первое слагаемое мощности определяется по формуле

$$N_1 = 0,1n_1RK(0,67mgf + 0,67c_oF_1 + 0,065mn_1^2KRf + c_oF_2), \quad (20.6)$$

где n_1 — частота вращения лопасти (шнека), об/мин;

R - внутренний радиус бункера, м;

K - коэффициент проворачивания продукта относительно лопасти (шнека), $K = 0,5-0,8$;

m - масса фарша в бункере, кг;

f - коэффициент трения фарша о днище и стенку бункера, для мясного фарша $f = 0,12-0,15$;

c_0 - липкость фарша, Па, для мясного фарша $c_0 = (2,5-5,0) \cdot 10^3$ Па;

F_1 - площадь днища загрузочного бункера, м³;

F_2 - площадь боковой поверхности бункера, контактирующей с фаршем, м³.

Площади F_1 и F_2 определяются по следующим формулам:

$$F_1 = \pi R^2, F_2 = 2\pi R H_0 \varphi, \quad (20.7)$$

где φ - коэффициент заполнения объема бункера, $\varphi = 0,7-0,8$.

Мощность, затрачиваемая на отделение отформованной части фарша:

$$N_2 = 0,83 n d^2 \tau l, \quad (20.8)$$

где τ - предельное напряжение сдвига, Па, для мясного фарша $\tau = (0,6— 2,0) \cdot 10^3$ Па;

l - расстояние от оси вращения формовочного стола до оси формовочного окна, м.

Примеры расчета.

Рассчитать котлетоформовочную машину.

Исходные данные: производительность машины $Q = 3900$ шт/ч; число окон в формовочном столе $i = 5$ шт.; масса котлеты $m = 75$ г; исходное сырье – мясной фарш.

Определить: число оборотов формовочного стола n ; ход поршня h ; мощность электродвигателя котлетоформовочной машины $N_э$.

Последовательность расчета:

Из формулы (20.1) определяем число оборотов формовочного стола:

$$N = \frac{3900}{3600 \cdot 5} = 0,22^{-1} = 13 \text{ мин}^{-1}.$$

Зная, что $m = \nu \rho$, и принимая плотность мясного котлетного фарша $\rho = 1100$ кг/м³, определяем объем формовочного окна:

$$\nu = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{1100} = 682 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

Принимая диаметр формовочного окна $d=0,065$ м из формулы (20.3) определяем необходимый ход поршня:

$$h = \frac{4 \cdot 682 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 0,065^2} + 0,002 = 0,023 \text{ м.}$$

По конструктивным соображениям принимаем следующие размеры загрузочного бункера: $D = 0,25 \text{ м}$, $H_6 = 0,35 \text{ м}$.

По формуле (20.4) определяем объем бункера, занимаемый фаршем, при этом считаем, что объем, занимаемый лопастью и валом, составляет 1/4 часть объема бункера:

$$V = \frac{3 \cdot 3,14 \cdot 0,25^2}{16} \cdot 0,35 = 0,013 \text{ м}^3.$$

При коэффициенте заполнения бункера фаршем $\varphi = 0,7$ определяем массу фарша в бункере по формуле:

$$m = V \rho \varphi \\ m = 0,013 \cdot 1100 \cdot 0,7 = 10 \text{ кг.}$$

По формулам (20.7) рассчитываем площадь днища загрузочного бункера и площадь боковой поверхности бункера, контактирующей с фаршем:

$$F_1 = 3,14 \cdot 0,125^2 = 0,049 \text{ м}^2; \\ F_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,125 \cdot 0,35 \cdot 0,7 = 0,192 \text{ м}^2.$$

Принимаем частоту вращения лопасти $n_1 = 95 \text{ об/мин}$, коэффициент проворачивания продукта относительно лопасти $K = 0,6$, коэффициент трения фарша о днище и стенку бункера $f = 0,12$ и липкость фарша $c_0 = 3 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

По формуле (20.6) вычисляем мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления вращению лопасти в бункере для фарша:

$$N_1 = 0,1 \cdot 95 \cdot 0,125 \cdot 0,6 (0,67 \cdot 10 \cdot 9,81 \cdot 0,12 + 0,67 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,049 + 0,065 \cdot 10 \cdot 952 \cdot 0,6 \cdot 0,125 \cdot 0,12 + 3 \cdot 10^3 \cdot 0,192) = 523,8 \text{ Вт.}$$

По формуле (20.8) рассчитываем мощность, затрачиваемую на отделение отформованной части фарша. При этом принимаем предельное напряжение сдвига $\tau = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Па}$ и расстояние от оси вращения формовочного стола до оси формовочного окна $l = 0,075 \text{ м}$:

$$N_2 = 0,83 \cdot 13 \cdot 0,0652 \cdot l \cdot 10^3 \cdot 0,075 = 3,42 \text{ Вт.}$$

Принимая КПД передаточных механизмов машины $\eta = 0,75$, определяем мощность электродвигателя котлетоформовочной машины:

$$N_{\text{э}} = \frac{523,8 + 3,42}{1000 \cdot 0,75} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Задания

Задача. Определить: число оборотов формовочного стола n ; ход поршня h ; мощность электродвигателя котлетоформовочной машины № .

При расчете котлетоформовочной машины принять число окон в формовочном столе: $i = 5$ шт. без подсыпания сухарей (варианты 1-5) и $i = 4$ шт. с подсыпанием сухарей (варианты 6-10); исходное сырье — мясной фарш.

Исходные данные для расчета котлетоформовочной машины выполнить по вариантам.

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производительность Q , шт/ч	3900	4200	3600	2800	3200	2400	1800	2100	2800
Масса котлеты m , г	50	90	75	60	80	75	50	45	75

РАБОТА №21

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЯСА. МЯСИЛЬНО- ПЕРЕМЕШИВАЮЩИЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Цель работы: изучить особенности и принципы месильно-перемешивающего оборудования. Произвести расчет производительности.

Краткие теоретические сведения

В зависимости от выполняемого технологического процесса месильно-перемешивающее оборудование можно разделить на три группы:

- для перемешивания сыпучих продуктов (машины для получения салатов и винегретов);
- для перемешивания пластичных продуктов (тестомесильные машины, фаршемешалки);
- для перемешивания жидких, вязких продуктов (взбивальные машины).

Для освобождения дежей от фарша и передачи его на дальнейшую обработку предназначены дежеопрокидыватели.

Основной рабочей частью дежеопрокидывателя является подъемный механизм, поднимающий и наклоняющий дежу так, что обеспечивается свободное вытекание из нее теста.

Производительность подъемноопрокидывателя

$$\Pi = \frac{m_m}{T_{ц}} = \frac{m_m}{t_3 + 2t_n + t_0}, \quad (21.1)$$

где m_m - масса загруженной дежи, кг;

$T_{ц}$ - продолжительность цикла, с;

t_n - продолжительность закрепления дежи, с;

t_n - продолжительность подъема (опускания) дежи, с;

t_0 - продолжительность опрокидывания дежи, с,

$t_0 = 30$ с.

Продолжительность подъема (опускания) дежи в винтовом дежеподъемноопрокидывателе

$$t_n = \frac{h}{v}, \quad (21.2)$$

где h - высота подъема дежи, м;

v - скорость подъема, м/с:

$$v = n \times S \quad (21.3)$$

где n - частота вращения винта, об/с;

S - шаг винта, м.

Мощность электродвигателя винтового дежеопрокидывателя (рис. 21.1) рассчитывается по формуле

$$N = \frac{M_{эл} \times \omega}{\eta} = \frac{M_{кр} \times \omega}{i \eta}, \quad \text{Вт} \quad (21.4)$$

где $M_{эл}$ - крутящий момент на валу электродвигателя, N_m ;

ω - угловая скорость ротора, рад/с;

η - КПД механического привода;

$M_{кр}$ - крутящий момент на винте, N_m ;

i - передаточное число механического привода.

Крутящий момент

$$M_{кр} = P \left(\frac{9}{2} \right) \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (21.5)$$

где P - общее тяговое усилие, Н;

d - средний диаметр винта, м;

α - угол подъема винтовой линии, град;

φ - угол трения винтовой линии о гайку, град.

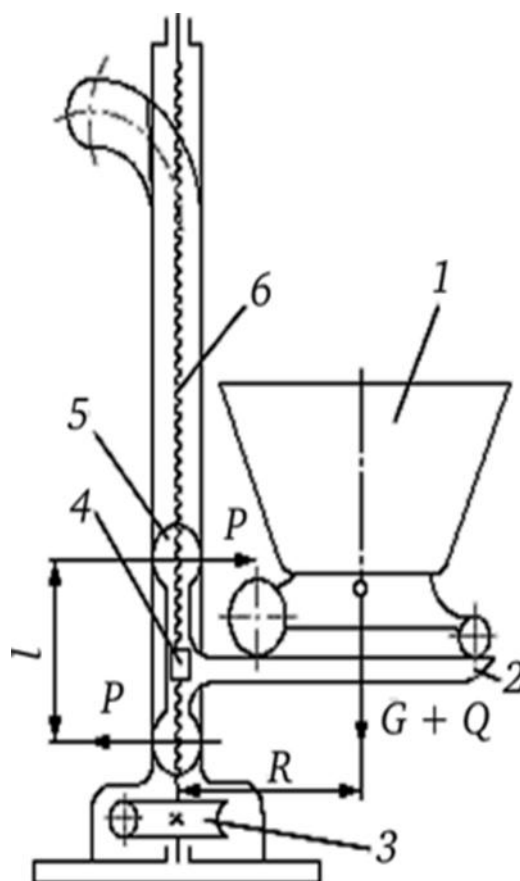


Рис. 21.1 – Расчетная схема дежеподъемоопрокидывателя: 1 – дежа, 2 – каретка; 3 – привод; 5 – ролики; 6 - винт

Общее тяговое усилие

$$P = G + Q + F \quad (21.6)$$

где G - вес каретки, Н;

Q - вес дежи с тестом, Н;

F - сила трения, препятствующая движению каретки с дежой, Н.

Сила трения

$$F = P_H \times f \quad (21.7)$$

где P_H - нормальная сила давления в роликах каретки, Н;

f - коэффициент трения.

Нормальная сила давления в роликах каретки

$$P_H = \frac{M}{l} \quad (21.8)$$

где M - момент от поднимаемого груза относительно оси винта, Н м;

l - расстояние между осями роликов каретки, м.

Момент от поднимаемого груза

$$M=(G + Q)R, \quad (21.9)$$

где R -расстояние от оси подъема до центра тяжести каретки, м.

Средний диаметр винта

$$d = \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad (21.10)$$

где d_1, d_2 - наружный и внутренний диаметры винта, м.

Угол подъема винтовой линии

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi d} \quad (21.11)$$

Для винтового дежеподъемоопрокидывателя необходимо проверить выполнение условия самоторможения: коэффициент трения должен быть больше тангенса угла α подъема винтовой линии.

Фаршемешалки

Фаршемешалки применяют для посола и перемешивания различных видов и сортов мясосырья с посолочными ингредиентами, для вымешивания мясных фаршей при производстве колбасных, ветчинных изделий, котлет, для смешивания компонентов фарша и мясосырья, предназначенного для обработки на дальнейшей операции - измельчении и др.

Фаршемешалки - машины (механизмы) периодического действия, имеющие принципиально схожее устройство. Периодичность действия объясняется их универсальностью, большим диапазоном производительности, возможностью обеспечения необходимой продолжительности процесса. Основными узлами фаршемешалок являются месильное корыто или дежа, внутри которой установлены перемешивающие органы, вращающиеся от электропривода. Перемешивающие органы могут быть шнекового, спиралеобразного, лопаточного типа, с лопастями Z-образной формы и комбинированные.

Применяемые на предприятиях фаршемешалки выполняются однолопастными (одновальными). Как правило, это сменные механизмы с дежой небольшой емкости (7 л), или двухлопастные (двухвальные), имеющие вместимость дежи от 25 л и выше. Второй тип фаршемешалок применяется в специализированных цехах. В одновальных фаршемешалках применяются рабочие органы лопаточного типа, причем лопатки расположены под углом относительно оси вращения вала.

К данному классу машин относятся также барабанные механизмы для перемешивания компонентов салатов и винегретов.

Фаршемешалка К6-ФММ-150 (рис. 21.2) геометрической емкостью дежи 150 л предназначена для смешивания различных видов фаршей и всевозможных компонентов при производстве колбасных изделий.

Фаршемешалка состоит из рамы 1, на которой установлена дежа 5, а внутри установлен привод, включающий электродвигатель 8, клиноременную передачу 7 и редуктор 6. На двух параллельных выходных валах редуктора крепятся два спиральных шнека 3.

На торцевой стенке дежи имеется окно для выгрузки продукта, закрываемое откидной заслонкой 2. Сверху дежа закрыта предохранительной решеткой 4, снабженной блокировкой, автоматически отключающей привод мешалки при неплотно закрытом ограждении.

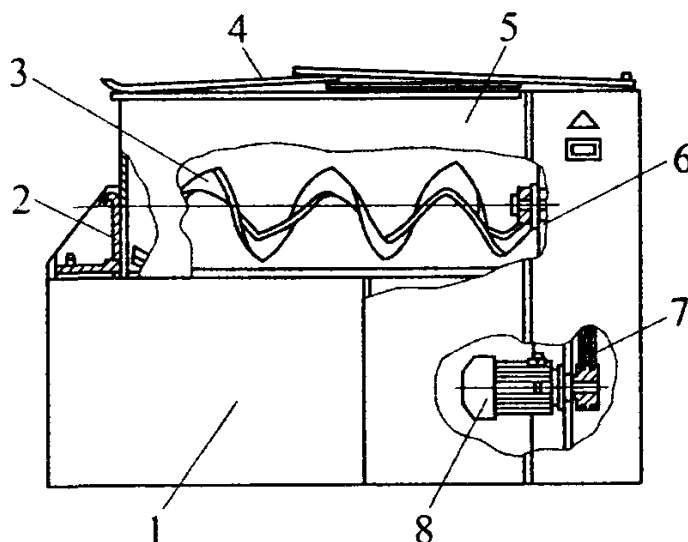


Рис. 21.2. Фаршемешалка К6-ФММ-150:

1 - рама; 2 - заслонка; 3 - шнеки; 4 - предохранительная крышка; 5 - дежа; 6 - редуктор; 7 - клиноременная передача; 8 – электродвигатель

Рабочий цикл мешалки состоит в следующем. В дежу загружаются мясной фарш и ингредиенты, включается привод перемешивающих шнеков. Продолжительность процесса перемешивания - 3-5 мин. Управление работой мешалки осуществляется с пульта. Для интенсификации процесса перемешивания применяют реверсирование вращения шнеков. Готовый фарш выгружают при левом вращении перемешивающих шнеков через окно в торцевой стенке дежи в напольную тележку.

Частоту вращения лопастей однолопастной фаршемешалки выбирают, исходя из условия, что центробежная сила продукта не должна превышать его веса:

$$m\omega_{\text{пр}}^2 R \leq mg \quad (21.12)$$

где m - масса продукта, кг;

$\omega_{\text{пр}}$ - угловая скорость продукта, рад/с;

$R_{\text{л}}$ - радиус вращения лопастей, м.

Решая неравенство относительно $\omega_{\text{пр}}$ и зная, что $n = 30\omega/\pi$ (где n - частота вращения лопастей, об/с; ω - угловая скорость лопастей, рад/с), имеем

$$n = \frac{1}{2(1 - K_{\text{пр}})\sqrt{R_{\text{л}}}} \quad (21.13)$$

где $K_{\text{пр}}$ - коэффициент проскальзывания частиц продукта относительно лопастей, $K_{\text{пр}} = 0,4-0,6$.

Производительность фаршемешалок и смесителей периодического действия определяется по формуле:

$$Q = \frac{m}{T_{\text{ц}}} = \frac{\alpha\rho V}{t_0 + t_n} = \frac{\alpha\rho V}{t_0(1 + \varphi)}, \text{ кг/с} \quad (21.14)$$

где m - масса продукта, загруженного в дежу, кг;

$T_{\text{ц}}$ - время полного цикла обработки продукта, с;

α - коэффициент заполнения дежи, $\alpha = 0,65-0,75$;

ρ - плотность перемешиваемого продукта, кг/м³;

V - вместимость дежи, м³;

t_0 - время, необходимое для равномерного перемешивания всех компонентов, с;

t_n - время, необходимое для загрузки и разгрузки камеры, с;

$\varphi = t_n/t_0$ (для мешалок периодического действия $\varphi = 0,1-0,3$).

Объем рабочей камеры однолопастной фаршемешалки

$$V = \pi(R_{\text{л}} + c)^2 L \quad (21.15)$$

где c - расстояние между внутренней поверхностью рабочей камеры и лопастью, м, $c = (2-3) \cdot 10^{-3}$ м;

L - длина рабочей камеры, м.

Геометрический объем дежи двухлопастной фаршемешалки (рис. 21.3) можно определить, рассматривая его, как образуемый объемами двух полуцилиндров V_{n1} и V_{n2} и параллелепипеда V_n :

$$V = \frac{(V_{n1} + V_{n2})}{2} + V_n = \frac{\pi D^2 L}{4} + ahL = L \left(\frac{\pi D^2}{4} + ah \right) = LD \left(\frac{\pi D}{4} + 2h \right) \quad (21.16)$$

Время обработки порции фарша массой 8-10 кг составляет 80-100 с. Продолжительность перемешивания фарша со шпиком, по данным В. Д. Косого, представлена в табл. 21.1.

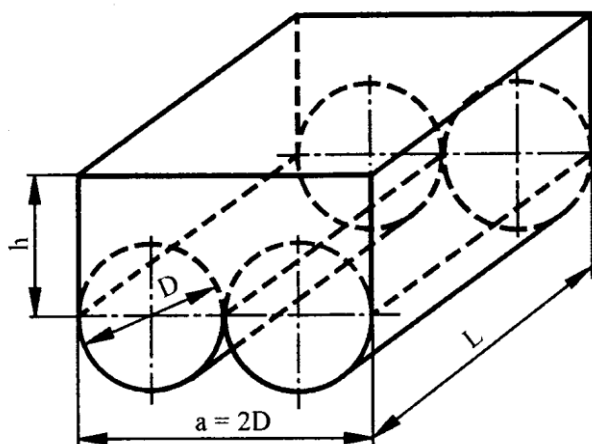


Рис. 21.3. Геометрическая модель двухлопастной дежи

Таблица 21.1 - Рациональная продолжительность перемешивания фарша, мин

Сорт колбасы	Продолжительность предварительного измельчения			
	3	4	5	6
Колбаса: Московская	15	12-15	6-8	2-4
Чайная	-	5-8	4-6	1-3
Любительская	10-12	6-8	2-4	Переизмельчение

Мощность электродвигателя однолопастной фаршемешалки

$$N = \frac{Pv \eta_3}{1000\eta} \quad (21.17)$$

где P - суммарное сопротивление, оказываемое средой движущейся лопасти, Н;

v - скорость поступательного движения продукта вдоль оси вача лопасти, м/с;

η_3 - коэффициент запаса мощности, $\eta_3 = 4-5$;

η - КПД передаточного механизма.

При перемешивании мясного фарша со скоростью движения лопасти в пределах от 0,3 до 1,5 м/с сила P может быть определена по формуле:

$$P = \sigma 0 F z, \quad (21.18)$$

где σ_0 - условное начальное сопротивление, Н/м² (для фаршей вареных колбас, котлетного фарша $\sigma_0 = 4000-8000$ Н/м², для фаршей полукопченых колбас $\sigma_0 = 13000-15000$ Н/м²);

F - площадь лобовой поверхности лопасти, м²;

z - количество лопастей, установленных в одном ряду, шт., обычно $z = 3$ шт.

Площадь лобовой поверхности лопасти

$$F = F_l \cos \beta \quad (21.19)$$

где F_l - площадь поверхности месильной лопасти, м²;

β - угол между лопастью и осью вращения вала месильного винта (вала), град, (для однолопастных фаршемешалок $\beta = 30-45^\circ$, для двухлопастных с лопастями шнекового типа $\beta = 8-10^\circ$).

Средняя скорость поступательного движения продукта вдоль оси мешалки определяется по формуле

$$v = v_0 \psi z, \quad (21.20)$$

где v_0 - скорость осевого смещения продукта одной лопастью, м/с;

ψ - коэффициент, учитывающий периодичность смещения продукта вдоль оси мешалки.

Скорость осевого смещения продукта одной лопастью с учетом трения продукта о рабочие органы определяется по формуле:

$$v_0 = \omega R_l (\sin \beta - f \cos \beta) \cos \beta, \quad (21.21)$$

где f - коэффициент трения, $f = 0,26-0,30$.

Коэффициент ψ определяется отношением:

$$\psi = \frac{b \sin \beta}{2\pi R_l} \quad (21.22)$$

где b - ширина лопасти, м, обычно равна радиусу вращения лопасти R_l .

Мощность электродвигателя двухвальной фаршемешалки

$$N = \frac{(P_1 v_1 + P_2 v_2) \eta_3}{1000 \eta} \quad (21.23)$$

где P_1, P_2 - сопротивление, испытываемое ведущей и ведомой месильными лопастями, Н;

v_1 и v_2 - окружные скорости месильных лопастей по среднему диаметру, м/с;

η_3 - коэффициент запаса мощности, $\eta_3 = 1,1-2,0$.

Сопротивление, испытываемое лопастью, в общем случае:

$$P = \sigma_\phi F \quad (21.24)$$

где σ_ϕ - удельное сопротивление, испытываемое единицей лобовой поверхности лопасти, Н/м².

По данным А. А. Лапшина, при перемешивании фарша

$$\sigma_\phi = \sigma_0 + av \quad (21.25)$$

где a - параметр, зависящий от вида фарша, (Н·с)/м³ (для фаршей вареных колбас $a = (4-5) \cdot 10^3$ (Н·с)/м³, полукопченых колбас $a = (8-10) \cdot 10^3$ (Н·с)/м³).

Окружная скорость месильной лопасти шнекового типа по среднему диаметру

$$v = \omega r_{ср} = 2\pi n r_{ср} = \pi n d_{ср}, \quad (21.26)$$

где $d_{ср}$ - средний диаметр месильной лопасти, м:

$$d_{ср} = \frac{(D_l + d_l)}{2} \quad (21.27)$$

где D_l , d_l - соответственно, наружный и внутренний диаметры месильной лопасти шнекового типа, м (рис. 21.4).

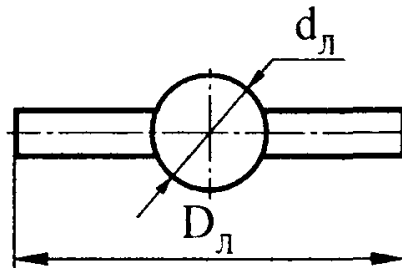


Рис. 21.4. Расчетная схема лопасти

Площадь поверхности лопасти мешалки шнекового типа

$$F_l = \frac{(D_l + d_l)}{2} L_l \quad (21.28)$$

где L_l - длина месильной лопасти, м.

Примеры расчета

Рассчитать винтовой дежеподъемоопрокидыватель

Исходные данные: масса дежи емкостью 140 л с тестом $m_m = 350$ кг; частота вращения винта $n = 60$ об/мин; средний диаметр винта $d = 0,06$ м; шаг винта $S = 0,02$ м; высота подъема дежи $h = 2,3$ м; передаточное число механического привода $i = 16,3$; расстояние между осями роликов каретки $l = 0,3$; расстояние от оси подъема до центра тяжести каретки $R = 0,75$ м.

Определить:

производительность дежеподъемоопрокидывателя;

мощность электродвигателя N .

Последовательность расчета:

По формуле (21.3) скорость подъема м/с.

$$v = \frac{60}{60} \cdot 0,02 = 0,02 \text{ м/с}$$

Продолжительность подъема (опускания) дежи по формуле (21.2):

$$t_n = \frac{2,3}{0,02} = 115 \text{ с}$$

Принимая продолжительность закрепления дежи $t_3 = 40$ с и опрокидывания дежи $t_0 = 30$ с, по формуле (21.1) определим производительность

$$П = \frac{350 \cdot 3600}{40 + 2 \cdot 115 + 30} = 4200 \text{ кг/ч.}$$

Момент от поднимаемого груза относительно оси винта при массе каретки $m = 100$ кг по формуле (21.9) составит:

$$M = (100 + 350) \cdot 9,81 \cdot 0,75 = 3310,9 \text{ Н·м.}$$

Нормальная сила давления в роликах каретки по формуле (21.8):

$$P_H = \frac{3310,9}{0,3} = 11036,3 \text{ Н}$$

Сила трения, препятствующая движению каретки с дежой, по формуле (21.7) при коэффициенте трения $f = 0,2$:

$$F = 11036,3 \cdot 0,2 \cdot 2 = 4414,5 \text{ Н.}$$

Общее тяговое усилие по формуле (21.6):

$$P = (100 + 350) \cdot 9,81 + 4414,5 = 8829 \text{ Н.}$$

Определяем угол подъема винтовой линии из уравнения (21.11):

$$\alpha = \arctg \frac{0,02}{3,14 \cdot 0,06} = 6^\circ 3' \text{ м/с}$$

Определяем угол трения

$$\varphi = \arctg 0,2 = 11^\circ 20'$$

Поскольку угол трения превышает угол подъема винтовой линии, то условие самоторможения выполняется.

Крутящий момент на винте по формуле (21.5):

$$M_{кр} = 8829 \cdot (0,06/2) \cdot 0,3131 = 82,93 \text{ Нм.}$$

Угловую скорость ротора рассчитаем по формуле:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}; n_p = 60 \cdot 16,3 = 978 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 978}{30} = 102,36 \text{ с}^{-1}$$

Мощность электродвигателя винтового дежеопрокидывателя находим по формуле (21.4) при КПД механического привода $\eta = 0,55$:

$$N = \frac{82,93 \cdot 102,36}{16,3 \cdot 0,55 \cdot 1000} = 0,95 \text{ кВт}$$

Задания

Задача 1. Рассчитать однолопастную фаршемешалку

Исходные данные: длина цилиндра рабочей камеры $L = 0,26$ м; время цикла $T_{ц} = 120$ с; частота вращения лопасти $n = 2,83$ об/с; продукт - котлетный фарш.

Определить: геометрический объем рабочей камеры V , производительность Q и мощность двигателя N фаршемешалки периодического действия.

Задача 2. Рассчитать двухлопастную фаршемешалку

Исходные данные: объем рабочей камеры $V = 60$ л; частота вращения лопастей $n_1 = 102$ об/мин, $n_2 = 89$ об/мин; лопасти шнекового типа; продукт - фарш со шпиком для вареных колбас.

Определить: размеры дежи; производительность Q и мощность двигателя N фаршемешалки периодического действия.

Задача 3. Варианты индивидуальных заданий по расчету месильно-перемешивающего оборудования даны в табл.

Исходные данные для расчета дежеподъемоопрокидывателя

Номер варианта	Масса m_m / емкость V дежи, кг (л)	Частота вращения винта n , об/мин	Средний диаметр и шаг винта d/S , мм	Высота подъема дежи h , м	Расстояние между осями роликов каретки l , м	Расстояние от оси подъема до центра тяжести каретки R , м
1	35/37	62	59/18	1,2	0,30	0,60
2	95/65	58	60/18	2,3	0,28	0,70
3	250/140	61	59/21	1,5	0,32	0,75
4	165/100	59	60/20	1,8	0,30	0,65
5	130/80	60	62/20	1,9	0,28	0,70
6	220/140	62	59/20	1,5	0,32	0,80
7	95/60	59	60/19	1,8	0,30	0,75
8	70/42	61	61/18	1,2	0,28	0,60
9	320/225	58	62/22	2,3	0,32	0,80
10	265/200	60	61/21	1,9	0,30	0,70

Задача 4. Исходные данные для расчета однолопастной фаршемешалки

Номер варианта	Длина цилиндра рабочей камеры L, м	Время цикла T, с	Частота вращения лопасти n, об/мин	Вид фарша
1	0,27	100	2,80	вареные колбасы
2	0,30	120	2,85	полукопченые колбасы
3	0,32	110	2,90	котлетный фарш
4	0,35	120	3,00	вареные колбасы
5	0,32	110	3,05	полукопченые колбасы
6	0,30	130	3,10	котлетный фарш
7	0,35	100	2,95	вареные колбасы
8	0,27	130	2,80	полукопченые колбасы
9	0,32	100	3,15	котлетный фарш
10	0,30	120	2,85	вареные колбасы

Задача 5. Исходные данные для расчета двухлопастной фаршемешалки

Номер варианта	Геометрический объем рабочей камеры V, л	Частота вращения лопастей n, об/мин	Вид фарша
1	80	92/84	котлетный фарш
2	150	65/58	вареные колбасы
3	60	102/89	полукопченые колбасы
4	120	78/66	котлетный фарш
5	100	82/68	вареные колбасы
6	150	55/46	полукопченые колбасы
7	60	98/85	котлетный фарш
8	120	72/58	вареные колбасы
9	80	75/64	полукопченые колбасы
10	100	89/72	вареные колбасы

РАБОТА №22

ДОЗИРОВОЧНО-ФОРМОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы: изучить особенности и принцип работы дозировочно-формовочного оборудования для мясоперерабатывающего производства. Освоить методику расчета производительности.

Краткие теоретические сведения

В настоящее время при производстве пельменей применяются два способа:

- формование под действием высокого давления (получение фаршевых колбасок с последующим штампованием пельменей);
- формование из предварительно раскатанного тестового пласта (имитация ручной лепки).

Второй способ предпочтительнее, поскольку отсутствие излишнего давления делают тесто нежным и тонким, оно обладает хорошей склеиваемостью. Первый способ приготовления пельменей, в основном, реализуется в отечественных машинах, а второй - в импортных. Широко используются машины итальянского и китайского производства.

Агрегат для приготовления пельменей и вареников Л5-ФАП является машиной периодического действия, в которой при ручной загрузке теста и начинки в бункеры происходит автоматическая штамповка пельменей и вареников. Агрегат (рис. 22.1, а, б) состоит из станины 1 с приводом 9, конвейера 14, штампующего барабана 3, формующей головки 8, мукопосыпающего устройства и пульта управления 13. В станине размещены спаренные бункеры: для теста 12 и фарша 17. На дне бункеров находятся два фаршевых шнека 16 с правым и левым направлением навивки и тестовый шнек 10. Шнеки подают тесто и фарш в соответствующие камеры формующей головки, откуда тесто в виде овальной трубки поступает на лотки, непрерывно укладываемые вручную на ленту конвейера 14 и одновременно из фаршевой камеры подается фарш, образуя начинку тестовой трубки. При движении конвейерной ленты штампующий барабан вращается и, прокатываясь по начиненной фаршем тестовой трубке, штампует пельмени или вареники.

Штампующее устройство (рис. 22.1, в) состоит из рычага 1, закрепленного на станине конвейера, барабана 2 и опорного ролика 4. Давление барабана на лотки, необходимое для штамповки пельменей и вареников, создается подпружиненным рычагом. Для подъема и опускания штампующего барабана служит регулировочный винт. Штампующий барабан при помощи резинового кольца вращает ворошитель мукопосыпающего устройства.

Формующая головка (рис. 22.1, г) состоит из корпуса, в котором расположены канал подачи фарша 3, представляющий собой трубку овальной формы, канал для теста 4 и лопастной вытеснитель 2.

Для качественного изготовления пельменей и вареников решающее значение имеют исходные продукты и правильная технология приготовления теста и фарша

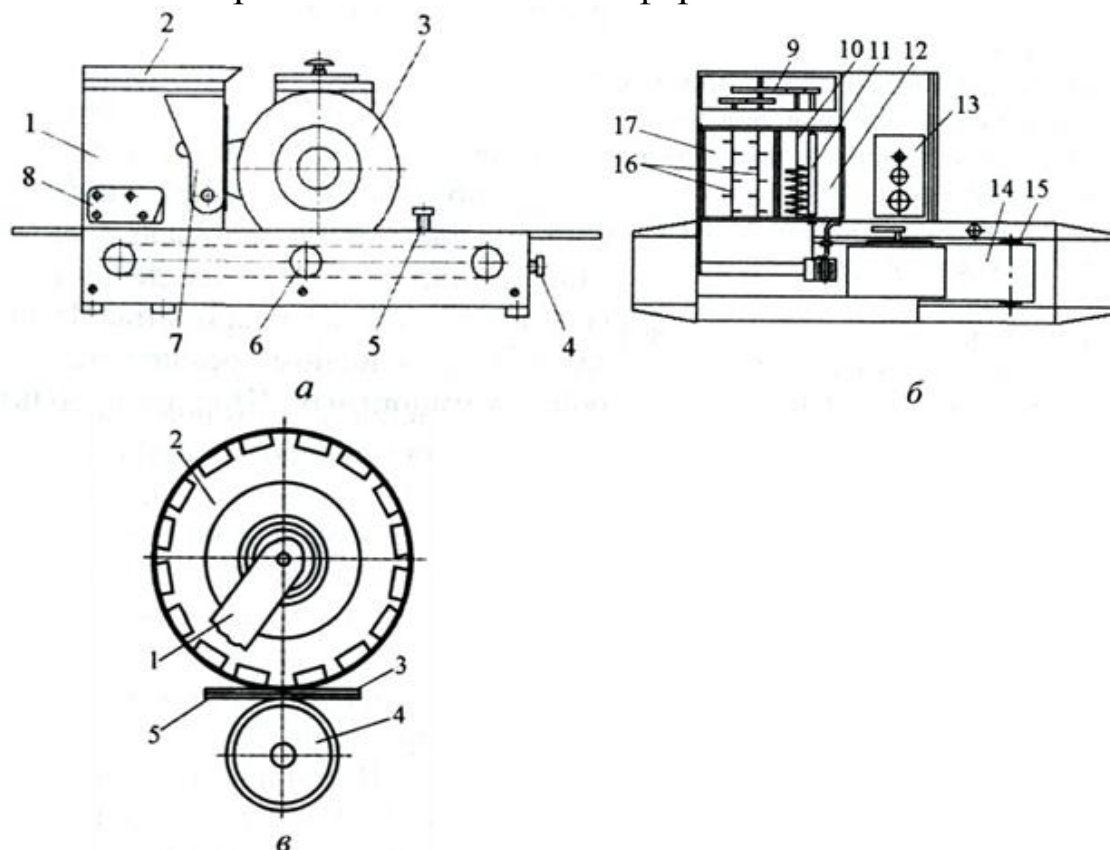


Рис.22.1. Агрегат для приготовления пельменей и вареников Л5-ФАП:

а - общий вид автомата;

б - вид сверху: 1 — станина; 2 — крышка; 3 — штампующий барабан; 4 - винт натяжной; 5 - регулировочный винт; 6 - опорный ролик; 7 - бункер для муки; 8 - формующая головка; 9 — привод; 10

- тестовый шнек; 11- тестовый барабан; 12 — бункер для теста; 13 - пульт управления; 14 - лента конвейера; 15 - натяжной ролик; 16 - фаршевые шнеки; 17 - бункер для фарша;
 в - штампующее устройство: 1 - рычаг; 2 - штампующий барабан; 3 - лоток; 4 - опорный ролик; 5 - лента транспортера; г - формующая головка: 1 - корпус; 2 - лопасть; 3 - канал подачи фарша; 4 - канал подачи теста.

Производительностьпельменного автомата:

- штучная, шт/с:

$$M_{\text{шт}} = \frac{zv_0}{L}, \quad (22.1)$$

где z - количество штамповочных гнезд на окружности штампующего барабана, шт.;

v_0 - окружная скорость штампующего барабана, м/с;

L - длина окружности штампующего барабана, м;

- массовая кг/с:

$$M = znq, \quad (22.2)$$

где n – частота вращения штампующего барабана, об/с;

q – масса одногопельменя, кг, обычно $q = 0,012$ кг.

Окружная скорость:

$$v_0 = \pi D_{\phi} n_p, \quad (22.3)$$

где D_{ϕ} – диаметр штампующего барабана, м.

Частота вращения штампующего барабана:

$$n = \frac{v_m}{\pi D_{\phi}}, \quad (22.4)$$

где v_m – скорость движения конвейерной ленты, м/с:

$$v_m = \frac{\pi D_p n_p}{60}, \quad (22.5)$$

где D_p – диаметр приводного ролика конвейера, м;

n_p – частота вращения приводного ролика, об/мин.

Технологическая мощность приводапельменного автомата

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (22.6)$$

где N_1 – мощность привода питателя для теста, кВт;

N_2 – мощность привода питателя для фарша, кВт;

N_3 – мощность привода транспортера, кВт.

Мощность привода питателя для теста

$$N_1 = \frac{P_m M_m}{3600 \cdot 1000 \rho_m}, \quad (22.7)$$

где P_m – давление нагнетания теста, Н/м², $P_m = 100 \cdot 105$ Н/м²;

M_m – производительность питателя для теста, кг/ч;

ρ_m – плотность теста, кг/м³ (для пельменного теста $\rho_m = 900$ кг/м³).

Мощность привода питателя для фарша определяется по формуле:

$$N_2 = \frac{P\phi M\phi}{3600 \cdot 1000 \rho_\phi}, \quad (22.8)$$

где $P\phi$ – давление нагнетания фарша, Н/м², $P\phi = 80 \cdot 10^5$ Н/м²;

$M\phi$ – производительность питателя для фарша, кг/ч;

ρ_ϕ – плотность фарша, кг/м³ (для мясного фарша $\rho_\phi = 1000$ – 1100 кг/м³).

Мощность привода транспортера рассчитывается по формуле:

$$N_3 = A_m v_m, \quad (22.9)$$

где A_m – тяговое усилие транспортера, Н.

Тяговое усилие транспортера определяется методом обхода контура с учетом максимальной нагрузки. Ориентировочно тяговое усилие:

$$A_m = (0,215q_0L_p + 50 + 0,125q_mL)g, \quad (22.10)$$

где q_0 – масса полезной нагрузки (отформованных пельменей) на 1 м транспортера, кг;

L_p – длина рабочей ветви транспортера, м; q_m – масса 1 м транспортера без груза, кг;

L – длина транспортера, м.

Шприцы

По конструктивному исполнению вытеснителя фарша шприцы подразделяются на шнековые, эксцентриково-лопастные и поршневые (рис. 22.2).

Первые две конструкции шприцев являются машинами непрерывного действия, поршневые – периодического. На предприятиях в основном применяются поршневые шприцы (гидравлические и ручные). Например, фирма «Sirman» (Италия) выпускает шприцы геометрической емкостью от 8 до 50 л с вертикальным и горизонтальным расположением рабочего цилиндра. Вытеснители емкостью до 16 л обычно имеют ручной привод.

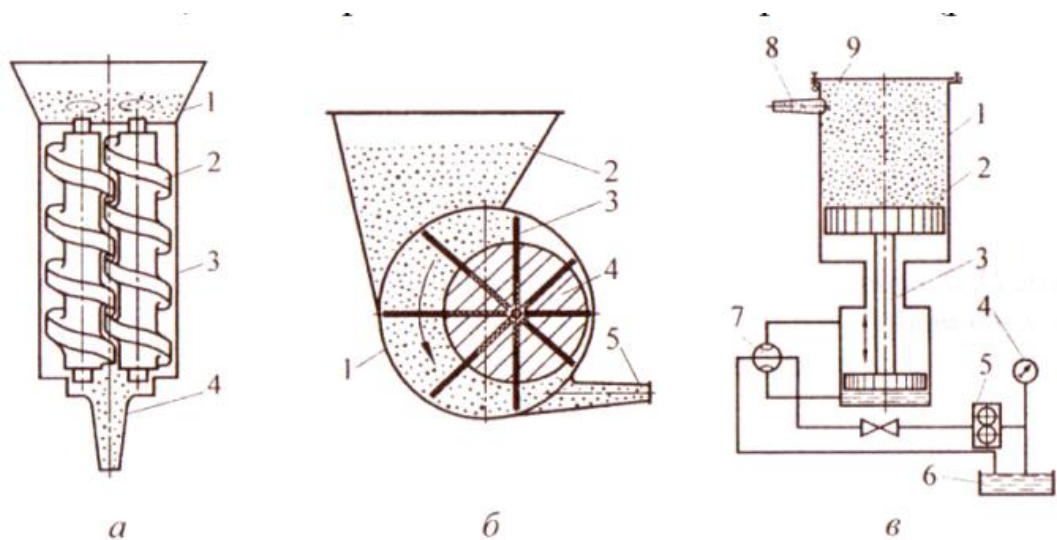


Рис. 22.2. Принципиальные схемы шприцев:

- а – шнековый: 1– бункер; 2 – шнек (винт); 3 – корпус; 4 – цевка;
- б – эксцентриково-лопастной: 1–корпус; 2 – бункер; 3 – лопасть; 4 – ротор; 5 – цевка;
- в – поршневой: 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3– шток; 4 – манометр; 5 – масляный насос; 6 – бачок для масла; 7– дроссель; 8 – цевка; 9 – поворотная крышка.

Ручной поршневой шприц фирмы «Dick» (Германия) (рис. 22.3) состоит из вертикального цилиндра 2 с расположенным внутри поршнем, механизма ручного привода последнего и комплекта сменных цевок 7 для подачи фарша в оболочку, устанавливаемых в нижней части цилиндра. Механизм привода – зубчатая рейка 5, соединенная с поршнем, и шестерня, установленная в корпусе 6, насаженная на рукоятку 4 и входящая в зацепление с рейкой. Шприц выпускается вместимостью цилиндра 6 л, 9 и 12 л.

При заполнении шприца рейка посредством рукоятки поднимается в крайнее верхнее положение, поршень выводится из цилиндра, в него загружается фарш, после чего снова вставляется поршень.

На цевку надевается колбасная оболочка с предварительно перевязанным концом. При вращении рукоятки фарш поршнем выдавливается через цевку в оболочку.

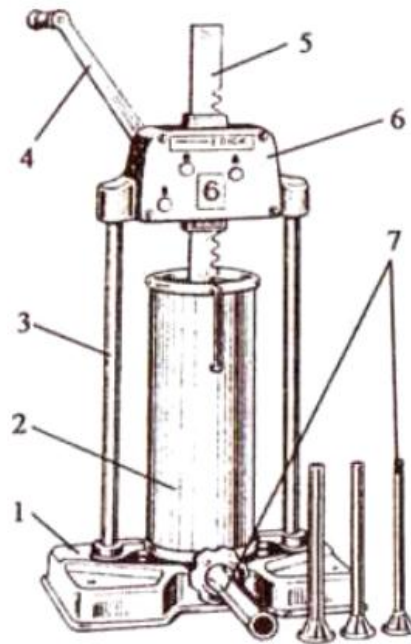


Рис. 22.3. Ручной шприц:

1 – основание; 2 – цилиндр; 3 – направляющие; 4 – рукоятка;
5 – рейка зубчатая; 6 – корпус; 7 – сменные цевки.

Производительность поршневого вытеснителя:

$$Q = \frac{G}{T_u} = \frac{V\rho\varphi}{t_0 + t_{on} + t_3 + t_{uu} + t_n}, \text{ кг/с} \quad (22.11)$$

где G – масса загружаемого фарша, кг;

T_u – полная длительность цикла, с;

V – геометрическая емкость цилиндра, м³;

ρ – плотность фарша, кг/м³; φ – коэффициент заполнения объема цилиндра шприца фаршем, $\varphi = 0,7-0,9$;

t_0 – длительность открывания крышки цилиндра, с;

t_{on} – длительность опускания поршня и загрузки цилиндра, с;

t_3 – длительность закрывания крышки цилиндра, с;

t_{uu} – длительность шприцевания (собственно шприцевание t_{uu} и надевание оболочки $t_{об}$) с. Для шприцев типа «Dick» – $t_0 = t_3$;

t_n – длительность подъема и отвода поршня, загрузки цилиндра и установки поршня.

Геометрическая емкость цилиндра:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H, \quad (22.12)$$

где D и H – соответственно, диаметр и высота цилиндра, м.

Длительность собственно шприцевания:

$$t = \frac{V}{z \cdot F_{\psi} \cdot v}, \quad (22.13)$$

где z – число цевок, через которые одновременно выходит фарш, шт.;

$F_{ц}$ – площадь поперечного сечения цевки, м²;

v – скорость истечения фарша через цевку, м/с, $v = 0,1 - 0,6$ м/с.

Производительность двухшнековых шприцев:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} tknp\lambda \frac{1}{\cos\beta}, \text{ кг/с} \quad (22.14)$$

где D, d – соответственно, наружный и внутренний диаметры рабочей части шнека, м;

t – шаг шнека, м;

k – коэффициент увеличения ширины впадины шнека, $k = 1,075$; n – частота вращения шнека, об/с;

λ – коэффициент подачи фарша в шприц, $\lambda = 0,5-0,65$; β – угол подъема винтовой линии шнека, град.

Производительность эксцентриково-лопастных шприцев:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} Lknp\lambda, \text{ кг/с} \quad (22.15)$$

где D – внутренний диаметр корпуса шприца, м;

D_p – наружный диаметр ротора, м;

L – длина ротора, м;

n – частота вращения ротора, об/с.

Мощность двигателя поршневого вытеснителя:

$$N = \frac{Q_c p_0 \eta_a}{1000 \eta}, \text{ кВт} \quad (22.16)$$

где Q_c – секундная объемная производительность, м³/с;

p_0 – давление напора, создаваемое вытеснителем (давление шприцевания), Па; $p_0 = (120-140) \cdot 10^4$ Па;

η_a – коэффициент запаса мощности, $\eta_a = 1,2$;

η – механический КПД вытеснителя, $\eta = 0,7-0,8$.

Пример расчета

Рассчитать настольный пельменный автомат

Исходные данные: производительность $M=55$ кг/ч; количество штамповочных гнезд на окружности штампующего барабана $z = 32$ шт.; диаметр штампующего барабана $D_{\text{ф}}=0,2$ м.

Определить: кинематические параметры пельменного автомата и мощность электродвигателя $N_{\text{э}}$.

Последовательность расчета:

При массе одного пельменя $q=0,012$ кг определим частоту вращения штампующего барабана:

$$n = \frac{55}{32 \cdot 0,012 \cdot 3600} = 0,04 \text{ с}^{-1}.$$

Окружная скорость штампующего барабана

$$v_0 = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 0,04 = 0,025 \text{ м/с}.$$

Штучная производительностьпельменного автомата

$$M_{\text{ш}} = \frac{32 \cdot 0,025 \cdot 3600}{3,14 \cdot 0,2} = 4586 \text{ шт/ч}.$$

Скорость движения конвейерной ленты

$$v_m = 0,04 \cdot 3,14 \cdot 0,2 = 0,025 \text{ м/с}.$$

Приняв диаметр приводного ролика конвейера $D_p = 0,08 \text{ м}$, найдем частоту вращения ролика:

$$n_p = \frac{60 \cdot 0,025}{3,14 \cdot 0,08} = 5,97 \text{ мин}^{-1}.$$

Поскольку в производимых пельменях соотношение теста и фарша 1:1, то производительности питателей для теста и фарша $M_m = M_f = 21,5 \text{ кг/ч}$.

При давлении нагнетания теста $P_m = 100 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ и плотности теста $\rho_t = 900 \text{ кг/м}^3$ мощность привода питателя для теста

$$N_1 = \frac{100 \cdot 10^5 \cdot 27,5}{3600 \cdot 1000 \cdot 900} = 0,085 \text{ кВт}$$

При давлении нагнетания фарша $P_f = 80 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ и плотности фарша $\rho_f = 1000 \text{ кг/м}^3$ мощность питателя для фарша

$$N_2 = \frac{80 \cdot 10^5 \cdot 27,5}{3600 \cdot 1000 \cdot 1000} = 0,061 \text{ кВт}$$

Мощность привода транспортера для настольных пельменных автоматов пренебрежимо мала, поэтому ее не рассчитываем. 10) Мощность электродвигателя настольного пельменного автомата при КПД механического привода $\eta = 0,65$:

$$N_э = \frac{0,085 + 0,061}{0,65} = 0,23 \text{ кВт}$$

Задания

Задача 1. Рассчитать поршневой вытеснитель. Исходные данные: геометрическая емкость цилиндра $V = 0,01 \text{ м}^3$; диаметр цевки $d = 15 \text{ мм}$; подготовительно-заключительное время ($T_{ц-t}$) = 500 с. Определить: производительность вытеснителя Q и мощность двигателя N .

Задача 2. Исходные данные для расчета пельменного автомата.

Номер варианта	Производительность M , кг/ч	Количество штампочных	Диаметр штампующего
----------------	-------------------------------	-----------------------	---------------------

		гнезд z, шт	барабана Dф, м
1	65	36	0,225
2	60	32	0,200
3	50	32	0,200
4	55	36	0,225
5	65	34	0,211
6	60	34	0,211
7	50	36	0,225

Задача 3. Исходные данные для расчета поршневого вытеснителя

Номер варианта	Геометрическая емкость цилиндра V, л	Диаметр цевки d, мм	Подготовительно-заключительное время (Тц-т), с	Скорость истечения фарша через цевку v, м/с
1	16	12	600	1,6
2	25	10	540	1,8
3	35	8	660	2,0
4	12	14	630	1,4
5	9	16	570	1,2
6	30	12	600	2,2
7	8	10	540	1,1
8	50	8	660	2,5
9	20	14	630	2,0
10	6	16	570	1,0

РАБОТА №23

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУКОПЧЕННЫХ КОЛБАС И МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Цель работы: ознакомиться с работой технологических линий по производству полукопченых колбас и мясных консервов.

Краткие теоретические сведения

Для производства полукопченых колбас посол мяса производят: в кусках массой до 1 кг; в шпите – при измельчении на волчке с диаметром отверстий решетки 16...25 мм; в мелком

измельчении на волчке с диаметром отверстий решетки 2...4 мм; для варено-копченых – в кусках или в виде шрота; для сырокопченых – в кусках. Мясо перемешивают с сухой поваренной солью в мешалках различных конструкций, в том числе вакуумных, или посолочных агрегатах непрерывного действия, в течение 4...5 мин. При посоле на 100 кг мясного сырья добавляют 3 кг поваренной соли для полукопченых и варено-копченых колбас и 2,5 кг для сырокопченых. Нитрит натрия вносят в виде раствора с массовой долей 2,5 % из расчета: 7,5 г для полукопченых и 10 г для варено-копченых и сырокопченых на 100 кг мясного сырья. Допускается добавлять нитрит натрия при составлении фарша. Посоленное мясное сырье выдерживают в емкостях при температуре не ниже 0 и не выше 4 °С: для полукопченых колбас в кусках 2...4 сут, в шроте 1...2 сут, в мелком измельчении 12...24 ч; для варено-копченых колбас в кусках 2...4 сут, в шроте 1...2 сут; для сырокопченых колбас в кусках 5...7 сут.

Фарш для копченых колбас готовят двумя способами: в мешалках различных конструкций из выдержанного в посоле мясного сырья или на куттерах с использованием подмороженного сырья. Второй способ рекомендуется использовать при производстве колбас на поточно-механизированных линиях. При этом для приготовления фарша допускается использовать смесь, включающую не менее 50 % подмороженного мяса и не более 50 % соленого мяса.

По первому способу перед приготовлением фарша выдержанное в посоле нежирное мясное сырье измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2...3 мм, полужирную и жирную свинину, грудинку и шпик – до размеров, предусмотренных рецептурой. Измельченную говядину перемешивают со специями 5...7 мин, добавляют нежирную свинину, полужирное мясо, грудинку, шпик, говяжий или бараний жир. Продолжительность перемешивания – 6...10 мин.

По второму способу жилованное мясо в кусках, полосы шпика и грудинки замораживают при толщине слоя не более 10 см до – 5...–1 °С (мясные замороженные блоки отепляют до этой температуры). После измельчения крупных кусков говядины, баранины через 30...90 с загружают нежирную свинину, поваренную соль, специи, раствор нитрита натрия, через 1...2 мин – полужирную и жирную свинину, шпик, грудинку, бараний жир и

измельчают еще 30...90 с. Общая продолжительность измельчения и перемешивания 2...5 мин в зависимости от наименования колбасы, количества ножей и конструкции куттера. Температура фарша после куттерования $-3...-1$ °С.

Процесс формования колбасных изделий включает: подготовку колбасной оболочки, шприцевание фарша в оболочку, вязку или клипсование (при использовании искусственной маркированной оболочки) колбасных батонов, их навешивание на палки или рамы.

Для полукопченых колбас наполнение оболочек фаршем производят на гидравлических шприцах при 0,5...1,2 МПа или вакуумных шприцах, для варено-копченых и сырокопченых – на гидравлических шприцах при 1,3 МПа. Батоны перевязывают шпагатом, нитками или при наличии специального оборудования и маркированной оболочки закрепляют их концы металлическими скрепками или скобами с наложением петли. Батоны навешивают на палки с интервалом 8...10 см. Свободные концы оболочки и шпагата не должны быть длиннее 2 см.

Батоны полукопченых колбас подвергают осадке 2...4 ч при 4...8 °С для изделий из предварительно посоленного сырья или 24 ч при 2...4 °С для изделий из подмороженного сырья. При наполнении оболочек фаршем на вакуумных шприцах для полукопченых колбас, изготавливаемых из выдержанного в посоле мясного сырья, осадка может быть исключена.

Батоны варено-копченых колбас подвергают осадке 1...2 сут при 4...8 °С для изделий из предварительно посоленного сырья или 4 сут при 2...4 °С для изделий из подмороженного сырья.

Длительную осадку (5...7 сут) применяют при изготовлении сырокопченых и сыровяленых колбас. Продолжительную осадку производят в специальных камерах с относительной влажностью воздуха 85...90 % и температурой 4...8 или 2...4 °С в зависимости от вида колбас и технологии.

Режимы термической обработки полукопченых колбас несколько отличаются в зависимости от применяемого оборудования. При термообработке в стационарных камерах батоны после осадки обжаривают 60...90 мин при 90 ± 10 °С, варят в зависимости от диаметра батона 40...80 мин при 80 ± 5 °С; охлаждают 2...3 ч при температуре не выше 20 °С и затем коптят при 43 ± 7 °С в течение 12...24 ч.

При термической обработке в комбинированных камерах и термоагрегатах непрерывного действия проводят подсушку и обжарку батонов при 95 ± 5 °С в течение 40...80 мин. Копчение проводят непосредственно после обжарки в течение 6...8 ч, постепенно снижая температуру в камере до 42 ± 3 °С.

Сушат полукопченые колбасы в течение 1...2 сут при 11 ± 1 °С и относительной влажности воздуха $76,5\pm 1,5$ %.

Термическую обработку варено-копченых колбас можно производить двумя способами:

– сначала проводят первичное копчение, при котором колбасу коптят дымом, полученным от сжигания древесных опилок твердых лиственных пород (дуба, бука, ольхи и др.) при 75 ± 5 °С в течение 1...2 ч; после копчения батоны варят паром при 74 ± 1 °С в течение 45...90 мин; после варки колбасу охлаждают в течение 5...7 ч при температуре не выше 20 °С и затем осуществляют вторичное копчение в течение 24 ч при 42 ± 3 °С; после этого колбасу сушат в течение 3...7 сут при 11 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 76 ± 2 %;

– первичное копчение не производят, а сразу после варки колбасу охлаждают в течение 2...3 ч при температуре не выше 20 °С; затем колбасу коптят в течение 48 ч при 45 ± 5 °С и сушат в течение 2...3 сут при 11 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 76 ± 2 %.

Копчение и сушку сырокопченых колбас производят следующим образом: после осадки колбасу коптят в камерах дымом от древесных опилок твердых лиственных пород в течение 2...3 сут при 20 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 77 ± 3 % и скорости его движения 0,2...0,5 м/с; после этого колбасу сушат 5...7 сут в сушилках при 13 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 82 ± 3 % и скорости его движения 0,1 м/с; дальнейшую сушку проводят в течение 20...23 сут при 11 ± 1 °С, относительной влажности 76 ± 2 % и скорости движения воздуха 0,05...0,1 м/с.

Стадии технологического процесса. Технологический процесс приготовления варено-копченых колбас состоит из следующих стадий:

- подготовка сырья;
- измельчение мяса;
- составление фарша;
- наполнение оболочек фаршем;

- осадка;
- термическая обработка колбас;
- упаковывание, хранение и контроль качества.

Характеристика комплексов оборудования. Технологический процесс производства варено-копченых колбас начинается с комплекса оборудования для подготовки сырья, включающего столы для обвалки и жиловки мяса, а также емкости или агрегаты для его посола.

Следующим комплексом оборудования являются волчки, шпигорезки различных конструкций, на которых происходит измельчение мясного сырья, а также оборудование для составления фарша, включающее мешалки, куттеры (для измельчения замороженного сырья), а также разгрузочные устройства, емкости и насосы для фарша.

Наполнение оболочек фаршем производят гидравлическими и вакуумными шприцами, после чего батоны перевязывают на столах для вязки колбас или накладывают клипсы на концы батонов, а затем навешивают либо укладывают на рамы и подвергают осадке. Осадочные камеры оборудованы подвесными путями. Для создания необходимого микроклимата используют пристенные батареи и воздухоохладители.

Ведущим комплексом является оборудование для термической обработки, для чего традиционно используют стационарные обжарочные, варочные и коптильные камеры. Основным оборудованием на этой стадии является термоагрегат непрерывного действия с автоматическим регулированием температуры и относительной влажности среды, в котором колбасы на рамах подвергаются варке, копчению и высушиванию.

Завершающий комплекс оборудования включает контейнеры и упаковочные машины.

На рисунок 23.1 приведена машинно-аппаратурная схема линии производства варено-копченых колбас.

Устройство и принцип действия линии. Со стола обвалки и жиловки 1 мясо через промежуточные емкости 2 и 3 поступает в волчок 4 первичного измельчения. Измельченное мясо после перемешивания с солью (массовая доля соли в варено-копченых колбасах не должна превышать 3 %) насосом 6 перекачивается в бункер 7 для созревания фарша в посоле. Бункер 7 перемещают по монорельсу 5.

Выдержанное в посоле мясо предварительно смешивают в мешалке измельчителя 9, куда дозируются: шпик, после измельчения на шпигорезке 8, специи и другие ингредиенты рецептуры, фарш через переходник направляется в вакуумный шприц 10 для шприцевания.

Колбасные батоны вяжут шпагатом на столе для вязки колбас 11. Сформированные батоны навешивают на рамы 12, подвергают осадке и подают на термообработку в термоагрегат 13. Варят колбасу насыщенным паром в варочной камере термоагрегата при температуре 73...75 °С до достижения температуры в центре батона 68...72 °С.

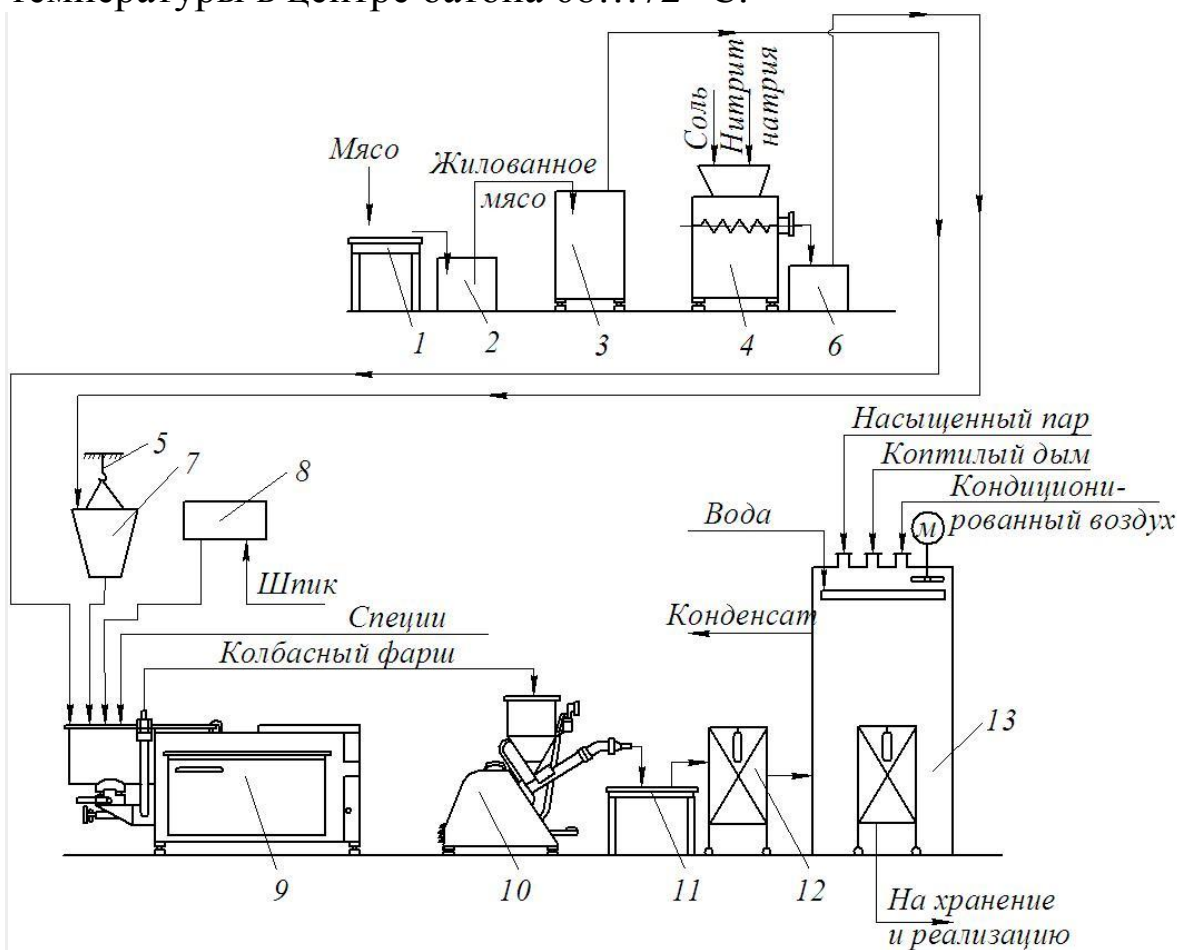


Рисунок 23.1 – Машинно-аппаратурная схема линии производства варено-копченых колбас

После варки колбасные батоны охлаждают до достижения температуры варки батона 15 °С, коптят в течение 48 ч при температуре 40...50 °С и сушат при 10...12 °С и относительной влажности воздуха 74...76 % до достижения стандартной влажности продукта.

По окончании технологического процесса варено-копченые колбасы упаковывают и направляют в реализацию. Хранят колбасы в охлаждаемых помещениях при температуре 8 °С и относительной влажности 75...80 % в подвешенном состоянии не более 15 сут.

Характеристика комплексов оборудования для мясных консервов.

Линия начинается с комплекса оборудования для подготовки мясного сырья, состоящего из камеры размораживания, установки по обвалке мяса и ёмкости для сбора жилованного мяса.

Следующим идёт комплекс оборудования для измельчения мясного сырья, состоящий из мясорезательной машины и волчка.

Основным является комплекс оборудования для перемешивания и посола мясного сырья, состоящий из мешалки, куттера и установки для перемешивания рассола.

Одним из важнейших является комплекс оборудования для фасования и укупоривания банок, включающий в себя дозаторы, фасовочную машину, весовое устройство и закаточную машину.

Далее следует комплекс оборудования для стерилизации консервов, состоящий из укладчика и стерилизатора. Завершающим является комплекс финишного оборудования линии, включающий сортировочный стол для смазки банок вазелином и упаковочный стол.

На рисунке 23.2 показана машинно-аппаратурная схема линии производства мясных консервов.

Устройство и принцип действия линий.

Мясное сырьё, поступающее в замороженном состоянии, размораживают при определённых условиях и направляют на конвейер 1 для обвалки и жиловки. Здесь происходит отделение мышечной, соединительной и жировой ткани от костей, а также отделение хрящей, жира, сухожилий, косточек и кровеносных сосудов.

Жилованное мясо поступает в мясорезательную машину 2, где оно измельчается на отдельные кусочки. По лотку 3 куски мяса направляются в дозатор мяса 4, а с помощью дозаторов для соли и перца 5 и жира 6 в определённых пропорциях подводятся соответствующие ингредиенты.

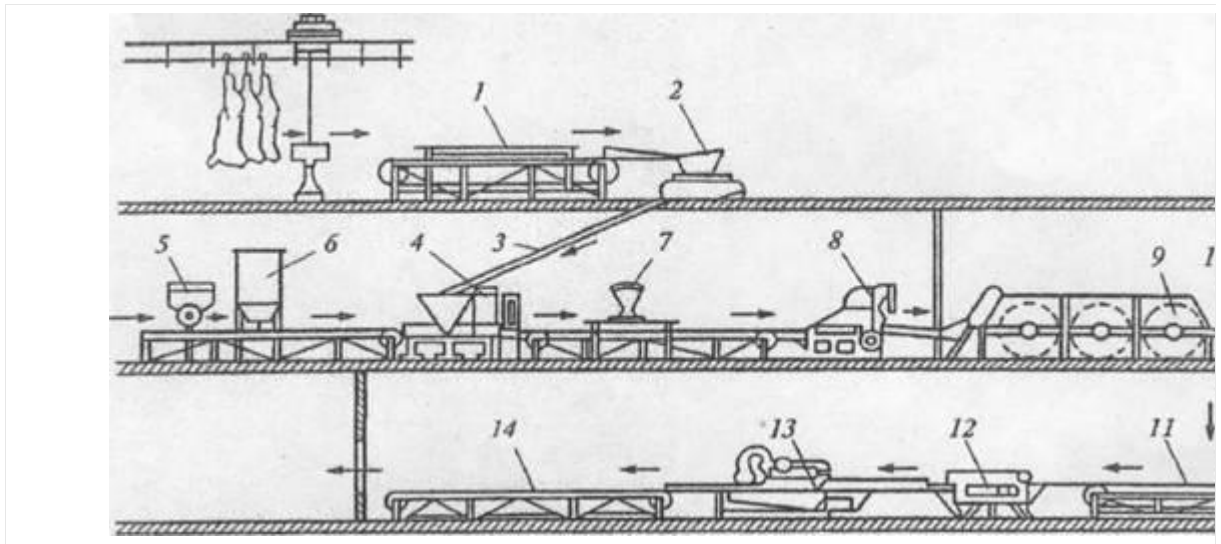


Рисунок 23.2 - Машинно-аппаратурная схема линии производства мясных консервов

После их контрольного взвешивания на весах 7 заполнением всеми компонентами банки подводят в вакуум-закаточную машину 8, в которой операцию закатки поводят в вакуумной камере при вакууме 58.. .66 кПа.

После закатки банки направляют в стерилизатор непрерывного действия 9, где консервы стерилизуют под давлением, превышающим давление насыщенных паров при температуре стерилизации 120°C. С помощью лотка 10 прошедшие термообработку консервы поступают на стол сортировки 11 для обнаружения дефектов и негерметичности банок. После охлаждения на банки всех типов (за исключением литографированных) наклеивают бумажные этикетки с помощью этикетировочного автомата 12.

Консервы, предназначенные для дальнейшего хранения, во избежание коррозии покрывают антикоррозийной смазкой (техническим вазелином) на машине 13 для смазки банок и направляют на конвейерный стол 14. Банки, направленные непосредственно в реализацию, смазкой не покрывают.

Задания:

Задание 1. Начертите и изучите принцип действия линии производства полукопченых колбас.

Задание 3. Перечислите операции технологического процесса производства полукопченых колбас.

Задание 4. Изучите устройство и принцип действия линии производства мясных консервов.

Задание 6. Перечислите операции технологического процесса производства мясных консервов.

РАБОТА № 24 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЁНЫХ КОЛБАС И МЯСНЫХ КОНСЕРВОВ

Цель работы: ознакомиться с работой технологических линий по производству варёных колбас и мясных консервов.

Краткие теоретические сведения

Устройство и принцип действия линий производства вареных колбас представлен на рисунке 24.1.

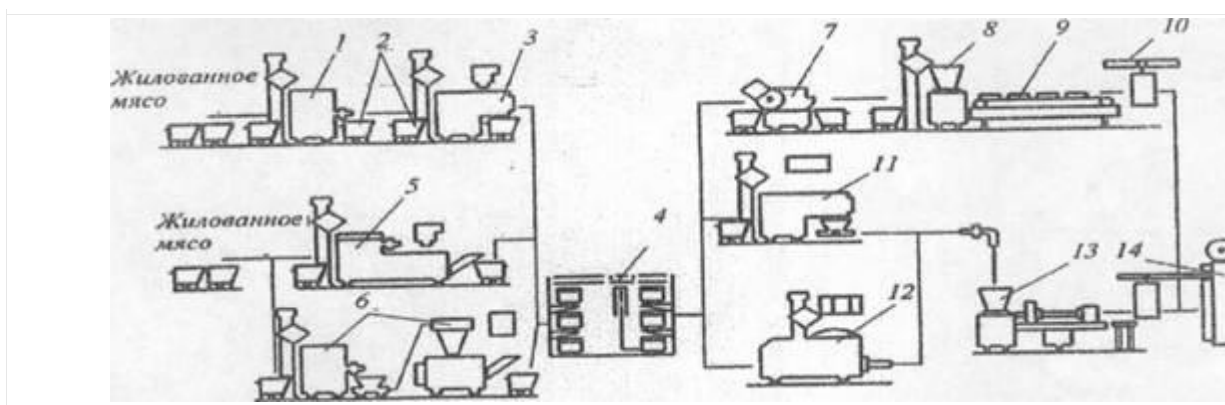


Рисунок 24.1 - Устройство и принцип действия линий производства вареных колбас

После разделки и обвалки мяса направляют на жиловку: отделение соединительной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов, хрящей, мелких косточек и загрязнений.

Жилованное мясо на предприятиях малой мощности измельчают в волчке 1 и с помощью напольных тележек 2 транспортируют к смесителю 3, в которых производят посол. Посоленное мясо выгружают из смесителя 3 в напольную тележку и транспортируют в камеру созревания 4.

На предприятиях средней и большой мощности измельчение и посол мяса осуществляют с помощью посолочного агрегата 5 или комплекса оборудования для посола мяса 6. В первом агрегате

измельчённое мясо самотёком попадает в смеситель, а во втором - фаршевым насосом перекачивается по трубопроводу от волчка в весовой бункер смесителя. Посолочные вещества подают автоматические дозаторы в количестве, пропорциональном массе измельчённого мяса в деже смесителя. После перемешивания и выгрузки сырья в тележках направляют в камеру созревания 4.

При использовании чашечного куттера 7 для тонкого измельчения и приготовления фарша к шприцующей машине 8 фарш транспортируют в напольных тележках, которые с помощью подъёмника разгружаются в приёмный бункер шприца. В этом случае формование колбасных батонов производят вручную в отрезную оболочку с одним заделанным концом с последующей ручной вязкой батонов шпагатом на конвейерном столе 9 и разгрузкой их в колбасные рамы 10.

Для приготовления варёных колбас с более высокой степенью механизации применяют комбинированные машины для приготовления фарша и автоматы для формования колбасных изделий. Смеситель-измельчитель предназначен для смешивания выдержанного в посоле измельчённого мяса с рецептурными ингредиентами и последующим его тонким измельчением. Формование варёных колбас с изготовлением оболочки из рулонного материала осуществляют на колбасном агрегате 13.

После вязки или наложения петли батоны навешивают на палки, которые затем размещают на рамы 10 и направляют в термокамеру 14 для термической обработки (осадки, обжарки, варки и охлаждения).

Характеристика комплексов оборудования для мясных консервов.

Линия начинается с комплекса оборудования для подготовки мясного сырья, состоящего из камеры размораживания, установки по обвалке мяса и ёмкости для сбора жилованного мяса.

Следующим идёт комплекс оборудования для измельчения мясного сырья, состоящий из мясорезательной машины и волчка.

Основным является комплекс оборудования для перемешивания и посола мясного сырья, состоящий из мешалки, куттера и установки для перемешивания рассола.

Одним из важнейших является комплекс оборудования для фасования и укупоривания банок, включающий в себя дозаторы, фасовочную машину, весовое устройство и закаточную машину.

Далее следует комплекс оборудования для стерилизации консервов, состоящий из укладчика и стерилизатора. Завершающим является комплекс финишного оборудования линии, включающий сортировочный стол для смазки банок вазелином и упаковочный стол.

На рисунке 24.2 показана машинно-аппаратурная схема линии производства мясных консервов.

Устройство и принцип действия линий.

Мясное сырьё, поступающее в замороженном состоянии, размораживают при определённых условиях и направляют на конвейер 1 для обвалки и жиловки. Здесь происходит отделение мышечной, соединительной и жировой ткани от костей, а также отделение хрящей, жира, сухожилий, косточек и кровеносных сосудов.

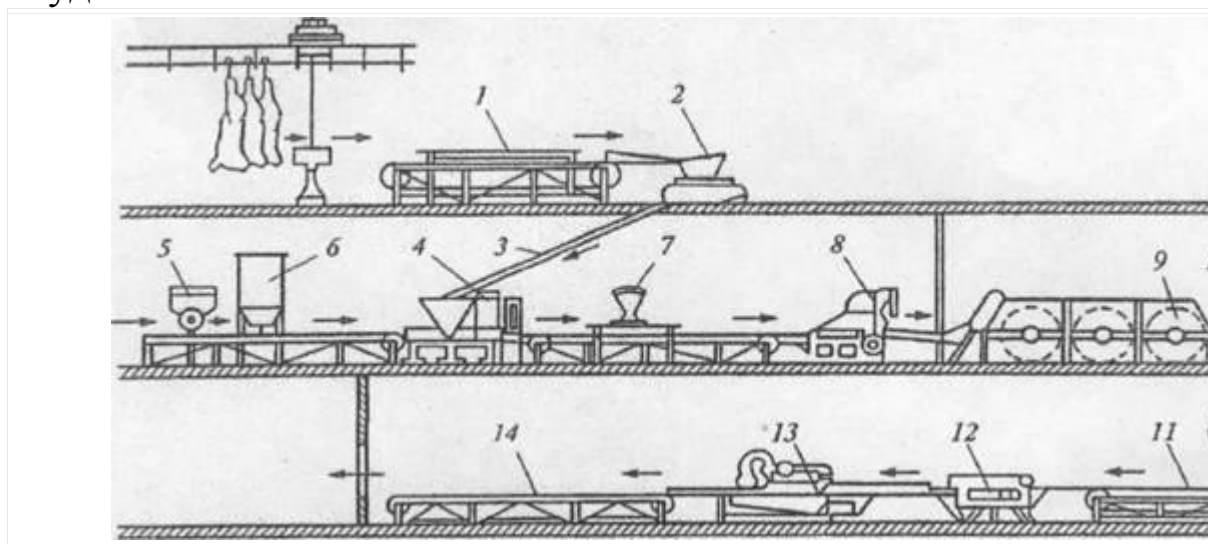


Рисунок 24.2 - Машинно-аппаратурная схема линии производства мясных консервов

Жилованное мясо поступает в мясорезательную машину 2, где оно измельчается на отдельные кусочки. По лотку 3 куски мяса направляются в дозатор мяса 4, а с помощью дозаторов для соли и перца 5 и жира 6 в определённых пропорциях подводятся соответствующие ингредиенты. После их контрольного взвешивания на весах 7 заполнением всеми компонентами банки подводят в вакуум-закаточную машину 8, в которой операцию закатки проводят в вакуумной камере при вакууме 58.. 66 кПа.

После закатки банки направляют в стерилизатор непрерывного действия 9, где консервы стерилизуют под

давлением, превышающим давление насыщенных паров при температуре стерилизации 120°C. С помощью лотка 10 прошедшие термообработку консервы поступают на стол сортировки 11 для обнаружения дефектов и негерметичности банок. После охлаждения на банки всех типов (за исключением литографированных) наклеивают бумажные этикетки с помощью этикетировочного автомата 12.

Консервы, предназначенные для дальнейшего хранения, во избежание коррозии покрывают антикоррозийной смазкой (техническим вазелином) на машине 13 для смазки банок и направляют на конвейерный стол 14. Банки, направленные непосредственно в реализацию, смазкой не покрывают.

Задания:

Задание 1. Начертите и изучите машинно-аппаратурную схему производства вареных колбас.

Задание 2. Изучите устройство и принцип действия линии производства вареных колбас.

Задание 3. Перечислите операции технологического процесса производства вареных колбас.

Задание 4. Начертите и изучите машинно-аппаратурную схему производства мясных консервов.

Задание 5. Изучите устройство и принцип действия линии производства мясных консервов.

Задание 6. Перечислите операции технологического процесса производства мясных консервов.

РАБОТА №25 ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ (ЦЕХА) СОВРЕМЕННЫХ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Цель работы: ознакомиться поточно-технологической линией (цехом) современных птицеводческих предприятий.

Краткие теоретические сведения

Особенности производства и потребления готовой продукции.

Птицу для сдачи на убой сортируют по видам и возрасту. Взвешивают птицу после выдержки без корма: цыплят, кур,

индюшат и индеек – в течение 6...8 ч, утят, уток, гусят, гусей, цесарят и цесарок – в течение 4...6 ч.

Площадь помещений цеха убоя и обработки птиц в первую очередь зависит от производительности установленной в нем технологической линии. Например, в состав линии убоя и переработки (В2-ФЦЛ-1,5) производительностью 1500 кур в час входит оборудование 35 наименований и размещается она в помещении размерами 84 x 18 м (рисунок 25.1).

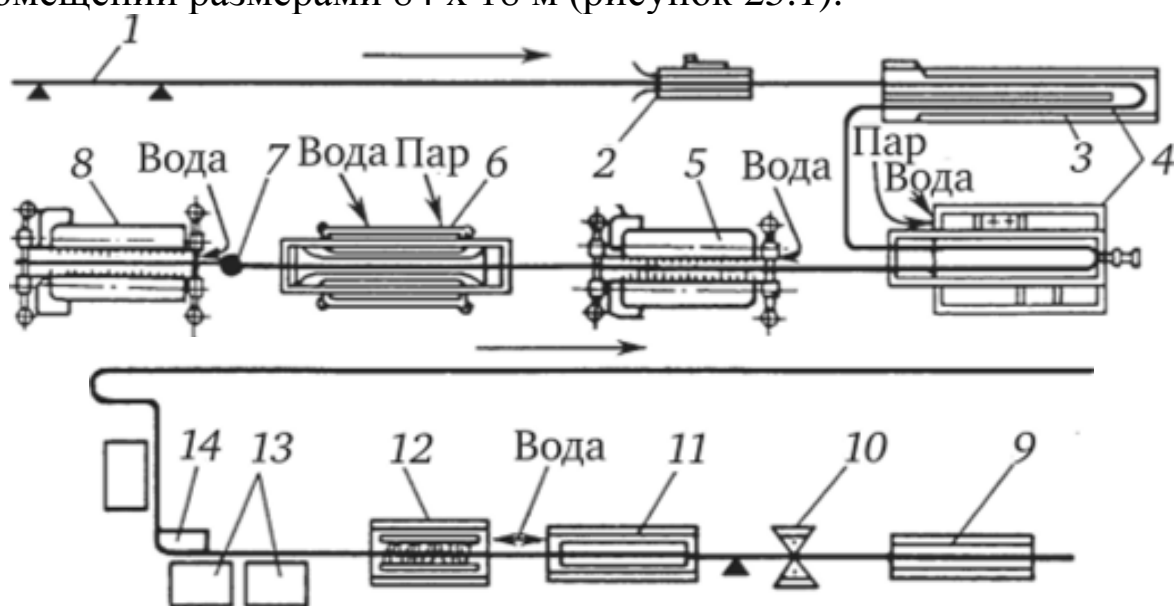


Рисунок 25.1- Технологическая схема линии убоя и обработки птицы: 1-подвесной конвейер; 2 - аппарат электрооглушения; 3 - лоток для убоя и сбора крови; 4 - аппарат тепловой обработки; 5, 8 - бильные машины; 6 - аппарат подшпарки; 7 - точка подвеса; 9 - лоток ручной доощипки; 10 - камера газовой опалки; 11 - стол полупогрошения; 12 - камера мойки; 13 - стол сортировки, маркировки и упаковки; 14 - натяжная станция

Процесс первичной переработки птицы начинается с ее навешивания на конвейер при фиксировании в определенном положении. Автоматический подсчет птицы всех видов выполняют с помощью счетчика птицы.

Птицу оглушают электрическим током во время ее движения на конвейере. Установку для электрооглушения располагают на некотором расстоянии от места навешивания птицы с тем, чтобы после закрепления птицы в подвеске до оглушения прошло не менее 7...10 с.

При убое птицы должны быть обеспечены возможно более полное обескровливание тушек и сбор крови, предохранение места разреза от соприкосновения с воздухом и наиболее легкая отдача пера при снятии оперения с тушек птицы. Промышленные способы убоя птицы основаны на перерезании сонной артерии и яремной вены. Убой кур, цыплят, уток и утят производится автоматически, крупной птицы (гусей, индеек и цесарок) – вручную. При автоматическом убое уток и утят дисковым ножом отрезается клюв на уровне глазных впадин, при этом перерезаются и главные кровеносные артерии.

Убой птицы вручную осуществляют наружным или внутренним способом. При наружном одностороннем способе специальным ножом перерезают кожу, яремную вену, ветви сонной и лицевой артерий на 15...20 мм ниже ушного отверстия. При наружном двустороннем способе убоя специальным ножом прокалывают кожу на 10 мм ниже ушного отверстия. Движением ножа справа слегка перерезают одновременно правую и левую сонные артерии и яремную вену. Лезвием ножа прокалывают кожу с противоположной стороны головы, образуя сквозное отверстие для вытекания крови. При внутреннем способе убоя в ротовую полость вводят ножницы с остро отточенными концами и перерезают кровеносные сосуды в задней части неба над языком, в месте соединения яремной и мостовой вен. При правильном убое за 1,5...2,0 мин из тушек удаляется до 50 % крови, содержащейся в живой птице.

При снятии махового оперения берут оба крыла одной тушки, складывают их рядом и подают в специальное устройство, которое направляет оба крыла к рабочим органам, захватывающим и вытягивающим маховое перо. Таким же образом удаляют и хвостовое перо.

Для уменьшения силы удерживания пера тушки птицы подвергают тепловой обработке горячей водой – шпарке. При этом шею, голову и крылья подвергают дополнительной тепловой обработке – подшпарке. Применяют мягкий и жесткий режимы шпарки в течение 80...120 с. При мягком режиме (53...54 °С) частично повреждается роговой слой эпидермиса кожи, а ростковый слой и собственно кожа практически не повреждаются. При шпарке птицы по жесткому режиму (60...62 °С) значительно ослабляется удерживаемость оперения, так что на машинах для

ощипки удаляется в основном все перо. Подшпарку шеи и крыльев проводят при 61...65 °С в течение 30 с.

Принцип работы большинства машин, снимающих оперение с тушек птицы, основан на использовании силы трения резиновых рабочих органов по оперению. Сила трения может быть тянущим усилием, приложенным к поверхности рабочего органа, соприкасающегося с оперением, только в том случае, если она превышает силу удерживаемости оперения в коже тушки. Силу трения вызывает сила нормального давления рабочих органов, действующая на оперение. Так, в пальцевой машине сила нормального давления рабочих органов на тушку возникает под действием массы тушки. В машинах бильного типа сила нормального давления возникает в результате энергии удара бил о тушку, в машинах центробежного типа – за счет центробежной силы и массы тушки.

Затем проводят удаление внутренностей: кишечных комплектов, субпродуктов, желез. Операция необходима для обеспечения высоких санитарно-гигиенических показателей и хранимости мяса. Удаление внутренностей может быть полным (потрошение) и частичным (полупотрошение). Полупотрошение тушек проводят за специальным столом и на конвейере. Тушку кладут на стол головой от себя, брюшком вверх, делают продольный разрез стенки брюшной полости в направлении от клоаки к килю грудной полости. Затем извлекают кишечник вместе с клоакой и отделяют конец двенадцатиперстной кишки от желудка. Потрошение птицы проводят на линиях потрошения или на свободном участке линии первичной обработки птицы, а при отсутствии конвейерной линии – на специальных вешалках.

Полупотрошенные и потрошенные тушки моют водой в бильно-душевых или душевых камерах. Для промывки тушек изнутри используют шланги с насадками.

Стадии технологического процесса.

Первичную переработку птицы можно разделить на следующие стадии:

- навешивания птицы на подвески конвейера;
- электрооглушение, убой и обескровливание;
- тепловая обработка тушек (шпарка);
- снятие оперения с тушек птицы;

– извлечение внутренностей (полупотрошение или потрошение тушек);

– мойка, охлаждение и упаковка тушек птицы.

Характеристика комплексов оборудования.

Линия начинается с комплекса оборудования для получения тушек птиц, включающего конвейер убоя, аппарат электрооглушения, ванны обескровливания и шпарки, машины убоя, снятия оперения, отделения голов и ног.

Ведущий комплекс оборудования линии состоит из конвейера потрошения, машин вырезания клоаки и вскрытия брюшной полости, извлечения внутренностей, обработки желудка, удаления зоба и пищевода, отделения шеи, моечной машины.

В завершающий комплекс входит конвейер охлаждения, камера орошения тушек водопроводной водой, ванна охлаждения тушек ледяной водой, прибор электроклеяния, охладитель субпродуктов. Линия также снабжается оборудованием для упаковывания готовой продукции в потребительскую и транспортную тару (на схеме не показано).

На рисунке 25.2 представлена машинно-аппаратурная схема линии первичной переработки птицы.

Устройство и принцип действия линии.

Живую птицу (цыплят-бройлеров, кур-несушек и т.п.) навешивают на подвески конвейера убоя 1, который обеспечивает перемещение птицы по всем машинам и аппаратам комплекса получения тушек по ходу технологического процесса. Количество перерабатываемой птицы фиксируется счетчиком 2. Первая технологическая операция выполняется в аппарате электрооглушения 3. После электрооглушения проводят обескровливание птицы наружным способом в машине для убоя 4 с помощью дисковых ножей. Обескровливание тушек производят в ванне 5, снабженной оборудованием 6 для сбора и транспортировки технических отходов переработки. Далее тушки направляются в ванну 7 для тепловой обработки (шпарки). Ванна состоит из секций, внутри каждой смонтирован ороситель, а воду в них подогревают острым паром.

Из ванны 7 тушки поступают в машины для удаления оперения 8 и 9, оснащенные дисковыми рядами с резиновыми пальцами. Каждый дисковый ряд автономно регулируется по высоте, ширине и углу поворота относительно своей продольной

оси. При обработке тушек в эти машины непрерывно подается горячая вода температурой до 45 °С. При необходимости оставшееся мелкое оперение и пух удаляют вручную, затем автоматически опаливают и обмывают холодной водой.

Далее отделяют головы и ноги тушек птицы соответственно в машинах 10 и 11. Особенностью машины 10 для отделения голов является наличие специальных рабочих органов, исключающих повреждение крыльев и обеспечивающих отделение голов независимо от размеров тушек. Машина 11 для отделения ног может устанавливаться как на поворотном участке конвейера, так и на прямом. Съемник отрезанных ног 12 имитирует движение рук оператора. Здесь же установлено устройство для мойки подвесок 14. После мойки подвески возвращаются в исходное положение-начало конвейера 1 для загрузки птицы.

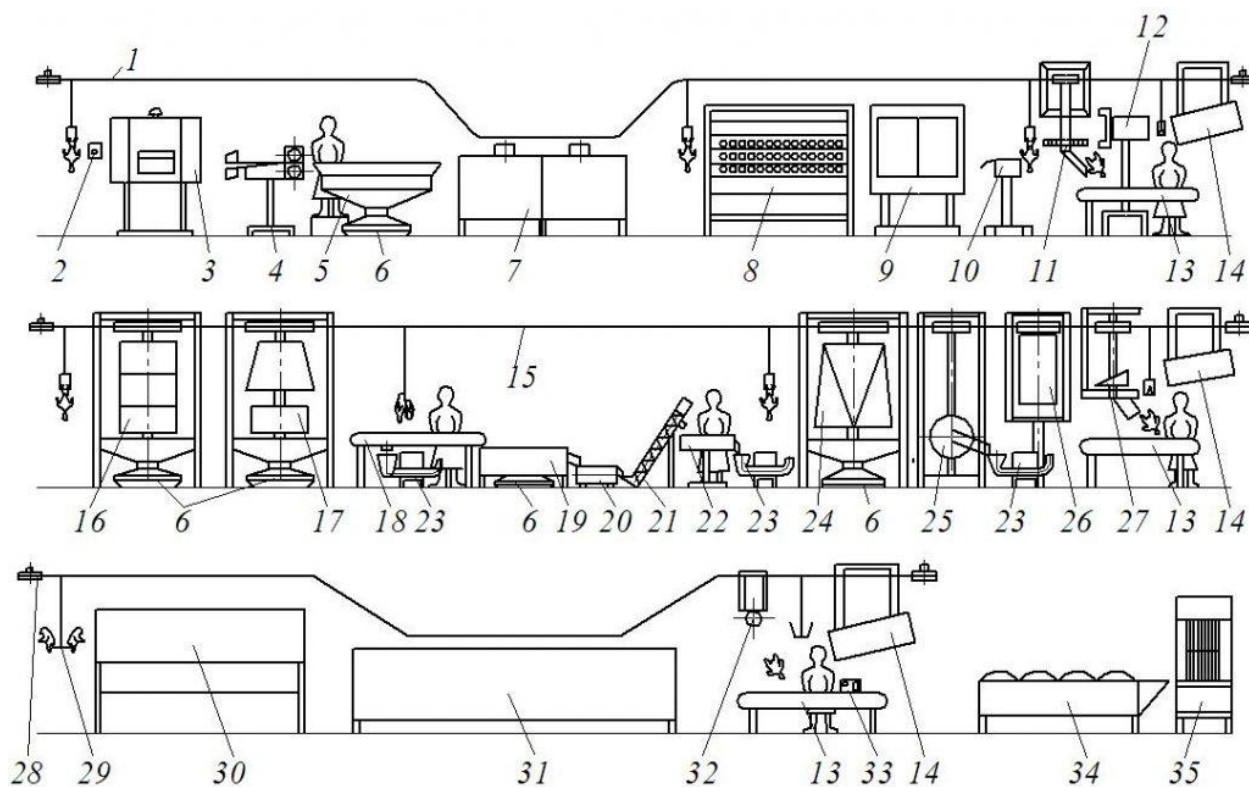


Рисунок 25.2 - Устройство и принцип действия линии первичной переработки птицы

После отделения ног в машине 11 тушки птицы спускаются по лотку на конвейер 13 для контроля и передачи к месту навешивания на подвески конвейера потрошения 15. С помощью этого конвейера тушки последовательно проходят комплекс оборудования для потрошения птицы. Сначала тушки поступают в

машину вырезания клоаки и вскрытия брюшной полости 16, затем в машину извлечения внутренностей 17. Эти машины снабжены оборудованием сбора и транспортировки технических отходов переработки б.

Далее тушки перемещают к конвейеру 18, на котором вручную разбирают субпродукты. При этом субпродукты (сердце, печень, желудок, шея) подают в специальный насос 23 для перекачки на охлаждение в охладитель субпродуктов 34. Охлажденные субпродукты собирают в приемники 35, а технические отходы – в оборудовании б. В машине 19 выполняются операции отделения кишечника от желудка, разрезания желудка, очистки его от содержимого и снятия кутикулы. Товарный вид желудка приобретают в обезжиривателе 20, через моечный шнек 21 они поступают на стол контроля снятия кутикулы 22, а затем загружаются в насос 23 для перекачки субпродуктов на охлаждение.

Одновременно тушки, размещенные на подвесках, перемещаются конвейером 15 в машину 24 для удаления зоба, трахеи и пищевода, затем в машину 25 для отделения шеи. В машине 24 рабочие органы оснащены фрезой специальной формы. При входе в тушку фреза начинает вращаться, протыкает тушку в районе ключицы и наматывает на себя остатки потрошения, зоб, трахею и пищевод. В машине 25 для отделения шеи тушек птицы происходит передавливание шеи на уровне второго позвонка и отделение ее от тушки. Машина 25 дополнительно оснащена ножом для продольного разрезания кожи шеи. Удаленные части тушки поступают в оборудование б или в насос 23.

После внутренней и наружной мойки в машине 26 тушки снимаются с подвесок конвейера потрошения 15 при помощи сбрасывателя 27, поступают на конвейер 13 для контроля и перемещения к месту их загрузки на конвейер охлаждения 28. Освобожденные от тушек подвески проходят через моечное устройство 14 и возвращаются в исходное положение – начало конвейера 15.

Для продолжения технологического процесса тушки закрепляют на конвейере охлаждения 28 с помощью групповых (8- или 12- местных) подвесок 29. Вначале тушки перемещают через камеру 30 для орошения их водопроводной водой, затем через ванну 31 для охлаждения тушек ледяной водой.

Охлажденные тушки снимают с подвесок конвейера 28 при помощи сбрасывателя 32 на конвейер 13 для контроля, электроклеяния прибором 33 и транспортирования на упаковку. Освобожденные от тушек подвески проходят через моечное устройство 14 и возвращаются в исходное положение – начало конвейера 28.

Задания:

Задание 1. Изучите технологическую схему линии убоя и обработки птицы.

Задание 2. Начертите машинно-аппаратурную схему и изучите устройство и принцип действия линии.

Задание 3. Опишите технологические операции.

Задание 4. Запишите характеристику оборудования по переходам для первичной переработки с.-х. птицы.

Задание 5. Опишите целесообразность применения технологических линий в различных типах хозяйств (фермерские, коллективные, подсобные предприятия).

РАБОТА № 26 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Цель работы: ознакомиться с технологическим процессом убоя и переработки сельскохозяйственной птицы.

Краткие теоретические сведения

Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов.

В состав мяса птицы входят мышечная ткань, соединительная ткань (рыхлая, плотная, жировая, хрящевая, постная, кровь) и нервная. Количественное соотношение этих видов тканей обуславливает химический состав, свойства мяса, его питательную и товарную ценность.

Мышечная ткань птицы содержит полноценные и легкоперевариваемые белки, количество которых колеблется от 15,2 до 23,3 % в зависимости от вида птицы и ее возраста. Более 85 % белковых веществ мышечной ткани птицы относятся к полноценным.

Мясо птицы имеет своеобразный приятный вкус и питательную ценность. В среднем в белом мясе кур содержится триглицеридов и фосфатидов по 0,5 %, а холестерина и стероидов соответственно 46 и 8 мг/100 г. В красном мясе – соответственно 2,0 и 0,8 %, а также 110 и 20 мг/100 г. В мышечной ткани птицы имеются почти все водорастворимые витамины, минеральные вещества и микроэлементы.

Жир птицы в остывшем состоянии имеет относительно плотную консистенцию. Цвет его обусловлен присутствием в нем каротиноидов, а у молодой птицы – наличием пигментов крови.

В зависимости от возраста птицы ее мясо подразделяют на мясо молодой и взрослой птицы. К мясу молодой птицы относят тушки цыплят, бройлеров-цыплят, утят, гусят, индюшат и цесарят. К мясу взрослой птицы относят тушки кур, уток, гусей, индеек и цесарок с твердым килем грудной кости и ороговевшим клювом. В зависимости от температуры в толще грудных мышц тушки подразделяют на остывшие (от 0 до 4 °С) и мороженые (не выше минус 8 °С). По упитанности и обработке тушки птицы всех видов могут быть первой и второй категории.

Масса охлажденной потрошенной тушки (без комплекта потрохов и шеи): бройлеры-цыплята – 675 г, куры – 850, утята – 1150, утки – 1350, гусята – 2150, гуси – 2550, индюшата – 1750, индейки – 2750, цесарята – 475, цесарки – 625 г.

Особенности производства и потребления готовой продукции.

Птицу для сдачи на убой сортируют по видам и возрасту. Взвешивают птицу после выдержки без корма: цыплят, кур, индюшат и индеек – в течение 6...8 ч, утят, уток, гусят, гусей, цесарят и цесарок – в течение 4...6 ч.

Процесс первичной переработки птицы начинается с ее навешивания на конвейер при фиксировании в определенном положении. Автоматический подсчет птицы всех видов выполняют с помощью счетчика птицы.

Птицу оглушают электрическим током во время ее движения на конвейере. Установку для электрооглушения располагают на некотором расстоянии от места навешивания птицы с тем, чтобы после закрепления птицы в подвеске до оглушения прошло не менее 7...10 с.

При убое птицы должны быть обеспечены возможно более полное обескровливание тушек и сбор крови, предохранение места разреза от соприкосновения с воздухом и наиболее легкая отдача пера при снятии оперения с тушек птицы. Промышленные способы убоя птицы основаны на перерезании сонной артерии и яремной вены. Убой кур, цыплят, уток и утят производится автоматически, крупной птицы (гусей, индеек и цесарок) – вручную. При автоматическом убое уток и утят дисковым ножом отрезается клюв на уровне глазных впадин, при этом перерезаются и главные кровеносные артерии.

Убой птицы вручную осуществляют наружным или внутренним способом. При наружном одностороннем способе специальным ножом перерезают кожу, яремную вену, ветви сонной и лицевой артерий на 15...20 мм ниже ушного отверстия. При наружном двустороннем способе убоя специальным ножом прокалывают кожу на 10 мм ниже ушного отверстия. Движением ножа справа слегка перерезают одновременно правую и левую сонные артерии и яремную вену. Лезвием ножа прокалывают кожу с противоположной стороны головы, образуя сквозное отверстие для вытекания крови. При внутреннем способе убоя в ротовую полость вводят ножницы с остро отточенными концами и перерезают кровеносные сосуды в задней части неба над языком, в месте соединения яремной и мостовой вен. При правильном убое за 1,5...2,0 мин из тушек удаляется до 50 % крови, содержащейся в живой птице.

При снятии махового оперения берут оба крыла одной тушки, складывают их рядом и подают в специальное устройство, которое направляет оба крыла к рабочим органам, захватывающим и вытягивающим маховое перо. Таким же образом удаляют и хвостовое перо.

Для уменьшения силы удерживания пера тушки птицы подвергают тепловой обработке горячей водой – шпарке. При этом шею, голову и крылья подвергают дополнительной тепловой обработке – подшпарке. Применяют мягкий и жесткий режимы шпарки в течение 80...120 с. При мягком режиме (53...54 °С) частично повреждается роговой слой эпидермиса кожи, а ростковый слой и собственно кожа практически не повреждаются. При шпарке птицы по жесткому режиму (60...62 °С) значительно ослабляется удерживаемость оперения, так что на машинах для

ощипки удаляется в основном все перо. Подшпарку шеи и крыльев проводят при 61...65 °С в течение 30 с.

Принцип работы большинства машин, снимающих оперение с тушек птицы, основан на использовании силы трения резиновых рабочих органов по оперению. Сила трения может быть тянущим усилием, приложенным к поверхности рабочего органа, соприкасающегося с оперением, только в том случае, если она превышает силу удерживаемости оперения в коже тушки. Силу трения вызывает сила нормального давления рабочих органов, действующая на оперение. Так, в пальцевой машине сила нормального давления рабочих органов на тушку возникает под действием массы тушки. В машинах бильного типа сила нормального давления возникает в результате энергии удара бил о тушку, в машинах центробежного типа – за счет центробежной силы и массы тушки.

Затем проводят удаление внутренностей: кишечных комплектов, субпродуктов, желез. Операция необходима для обеспечения высоких санитарно-гигиенических показателей и хранимости мяса. Удаление внутренностей может быть полным (потрошение) и частичным (полупотрошение). Полупотрошение тушек проводят за специальным столом и на конвейере. Тушку кладут на стол головой от себя, брюшком вверх, делают продольный разрез стенки брюшной полости в направлении от клоаки к килю грудной полости. Затем извлекают кишечник вместе с клоакой и отделяют конец двенадцатиперстной кишки от желудка. Потрошение птицы проводят на линиях потрошения или на свободном участке линии первичной обработки птицы, а при отсутствии конвейерной линии – на специальных вешалках.

Полупотрошенные и потрошенные тушки моют водой в бильно-душевых или душевых камерах. Для промывки тушек изнутри используют шланги с насадками.

Стадии технологического процесса.

Первичную переработку птицы можно разделить на следующие стадии:

- навешивания птицы на подвески конвейера;
- электрооглушение, убой и обескровливание;
- тепловая обработка тушек (шпарка);
- снятие оперения с тушек птицы;

– извлечение внутренностей (полупотрошение или потрошение тушек);

– мойка, охлаждение и упаковка тушек птицы.

Характеристика комплексов оборудования.

Линия начинается с комплекса оборудования для получения тушек птиц, включающего конвейер убоя, аппарат электрооглушения, ванны обескровливания и шпарки, машины убоя, снятия оперения, отделения голов и ног.

Ведущий комплекс оборудования линии состоит из конвейера потрошения, машин вырезания клоаки и вскрытия брюшной полости, извлечения внутренностей, обработки желудка, удаления зоба и пищевода, отделения шеи, моечной машины.

В завершающий комплекс входит конвейер охлаждения, камера орошения тушек водопроводной водой, ванна охлаждения тушек ледяной водой, прибор электроклеяния, охладитель субпродуктов. Линия также снабжается оборудованием для упаковывания готовой продукции в потребительскую и транспортную тару (на схеме не показано).

На рисунке 26.1 представлена машинно-аппаратурная схема линии первичной переработки птицы.

Устройство и принцип действия линии.

Живую птицу (цыплят-бройлеров, кур-несушек и т.п.) навешивают на подвески конвейера убоя 1, который обеспечивает перемещение птицы по всем машинам и аппаратам комплекса получения тушек по ходу технологического процесса. Количество перерабатываемой птицы фиксируется счетчиком 2. Первая технологическая операция выполняется в аппарате электрооглушения 3. После электрооглушения проводят обескровливание птицы наружным способом в машине для убоя 4 с помощью дисковых ножей. Обескровливание тушек производят в ванне 5, снабженной оборудованием 6 для сбора и транспортировки технических отходов переработки. Далее тушки направляются в ванну 7 для тепловой обработки (шпарки). Ванна состоит из секций, внутри каждой смонтирован ороситель, а воду в них подогревают острым паром.

Из ванны 7 тушки поступают в машины для удаления оперения 8 и 9, оснащенные дисковыми рядами с резиновыми пальцами. Каждый дисковый ряд автономно регулируется по высоте, ширине и углу поворота относительно своей продольной

оси. При обработке тушек в эти машины непрерывно подается горячая вода температурой до 45 °С. При необходимости оставшееся мелкое оперение и пух удаляют вручную, затем автоматически опаливают и обмывают холодной водой.

Далее отделяют головы и ноги тушек птицы соответственно в машинах 10 и 11. Особенностью машины 10 для отделения голов является наличие специальных рабочих органов, исключающих повреждение крыльев и обеспечивающих отделение голов независимо от размеров тушек. Машина 11 для отделения ног может устанавливаться как на поворотном участке конвейера, так и на прямом. Съемник отрезанных ног 12 имитирует движение рук оператора. Здесь же установлено устройство для мойки подвесок 14. После мойки подвески возвращаются в исходное положение-начало конвейера 1 для загрузки птицы.

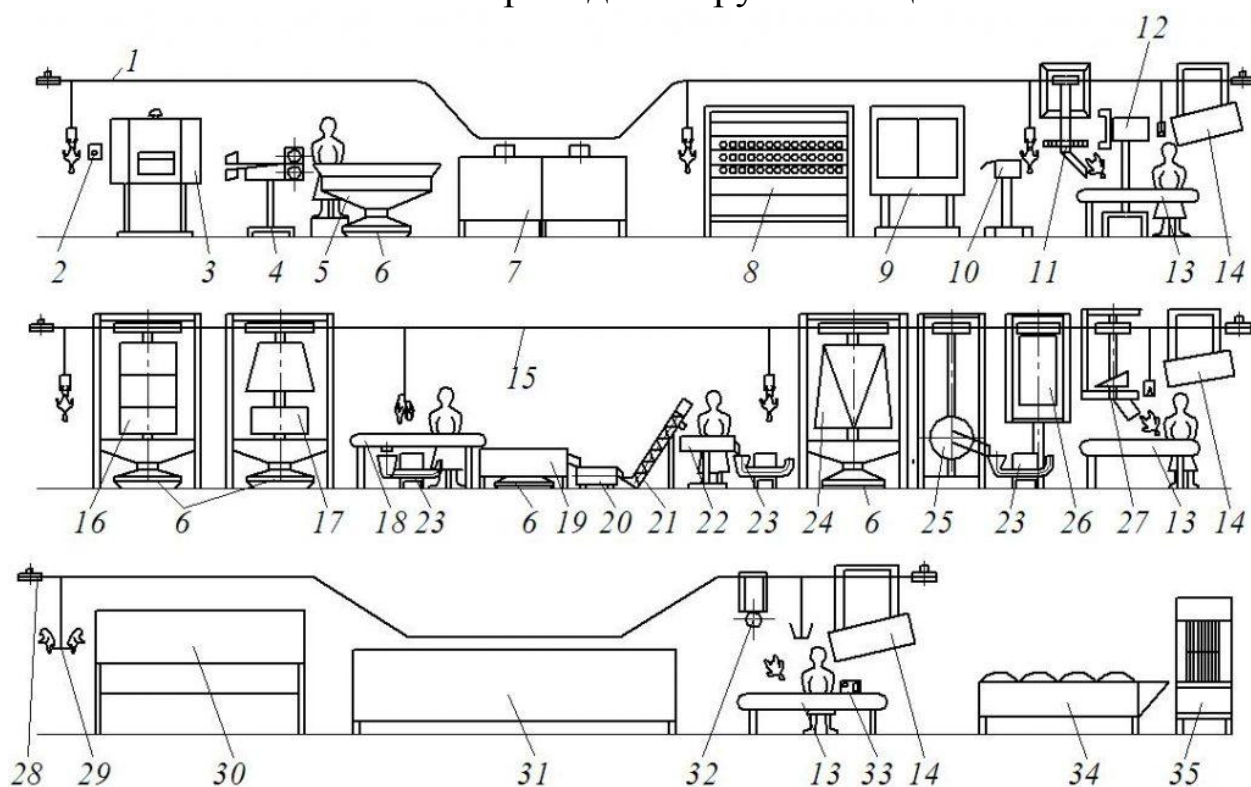


Рисунок 26.1 - Устройство и принцип действия линии первичной переработки птицы

После отделения ног в машине 11 тушки птицы спускаются по лотку на конвейер 13 для контроля и передачи к месту навешивания на подвески конвейера потрошения 15. С помощью этого конвейера тушки последовательно проходят комплекс оборудования для потрошения птицы. Сначала тушки поступают в машину вырезания клоаки и вскрытия брюшной полости 16, затем

в машину извлечения внутренностей 17. Эти машины снабжены оборудованием сбора и транспортировки технических отходов переработки б.

Далее тушки перемещают к конвейеру 18, на котором вручную разбирают субпродукты. При этом субпродукты (сердце, печень, желудок, шея) подают в специальный насос 23 для перекачки на охлаждение в охладитель субпродуктов 34. Охлажденные субпродукты собирают в приемники 35, а технические отходы – в оборудовании б. В машине 19 выполняются операции отделения кишечника от желудка, разрезания желудка, очистки его от содержимого и снятия кутикулы. Товарный вид желудка приобретают в обезжиривателе 20, через моечный шнек 21 они поступают на стол контроля снятия кутикулы 22, а затем загружаются в насос 23 для перекачки субпродуктов на охлаждение.

Одновременно тушки, размещенные на подвесках, перемещаются конвейером 15 в машину 24 для удаления зоба, трахеи и пищевода, затем в машину 25 для отделения шеи. В машине 24 рабочие органы оснащены фрезой специальной формы. При входе в тушку фреза начинает вращаться, протыкает тушку в районе ключицы и наматывает на себя остатки потрошения, зоб, трахею и пищевод. В машине 25 для отделения шеи тушек птицы происходит передавливание шеи на уровне второго позвонка и отделение ее от тушки. Машина 25 дополнительно оснащена ножом для продольного разрезания кожи шеи. Удаленные части тушки поступают в оборудование б или в насос 23.

После внутренней и наружной мойки в машине 26 тушки снимаются с подвесок конвейера потрошения 15 при помощи сбрасывателя 27, поступают на конвейер 13 для контроля и перемещения к месту их загрузки на конвейер охлаждения 28. Освобожденные от тушек подвески проходят через моечное устройство 14 и возвращаются в исходное положение – начало конвейера 15.

Для продолжения технологического процесса тушки закрепляют на конвейере охлаждения 28 с помощью групповых (8- или 12- местных) подвесок 29. Вначале тушки перемещают через камеру 30 для орошения их водопроводной водой, затем через ванну 31 для охлаждения тушек ледяной водой.

Охлажденные тушки снимают с подвесок конвейера 28 при помощи сбрасывателя 32 на конвейер 13 для контроля, электроклеяния прибором 33 и транспортирования на упаковку. Освобожденные от тушек подвески проходят через моечное устройство 14 и возвращаются в исходное положение – начало конвейера 28.

Задания:

Задание 1. Начертите и изучите машинно-аппаратурную схему.

Задание 2. Изучите устройство и принцип действия линии.

Задание 3. Назовите технологические операции.

Задание 4. Перечислите комплект оборудования для первичной переработки с.-х. птицы. Дайте характеристику оборудования.

Задание 5. Опишите целесообразность применения технологических линий в различных типах хозяйств (фермерские, коллективные, подсобные предприятия).

СПИСОК РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оборудование пищевых производств. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов вузов / Ю. П. Солнцев [и др.]. - СПб. : Профессия, 2003. - 526 с.
2. Оборудование мясной отрасли для термической обработки [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. В. Хрундин, Э. Ш. Юнусов, В. Я. Пономарев, Г. О. Ежкова. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 96 с. : ил. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561090>
3. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК [Текст] : Учебник / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. - М. : Колос, 2001. - 352 с.
4. Слесарчук, В. А. Оборудование пищевых производств : учебное пособие / В. А. Слесарчук. - Минск : РИПО, 2015. - 371 с. : схем., ил. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463685> (дата обращения 14.09.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-457-6. - Текст : электронный.
5. Хамитова, Е. К. Оборудование пищевых производств : учебное пособие / Е. К. Хамитова. - Минск : РИПО, 2018. - 248 с. : схем., ил. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487985> (дата обращения 14.09.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-736-2. - Текст : электронный.
6. Оленев, Ю. А. Технология и оборудование для производства мороженого [Текст] / Ю. А. Оленев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ДеЛипринт, 2001. - 323 с.
7. Технология пищевых производств [Текст] : уч. для вуз. / под ред. Л. П. Ковальской. - М. : Колос, 1997. - 752 с.
8. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко [Текст] : учебно-практическое пособие / Г. В. Семенов, Г. И. Касьянов. - Ростов н/Д. :МарТ, 2002. - 112 с.